

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

«На правах рукопису»

УДК 62-1/-9

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Гондляр О.В.

« _____ » _____ 2019р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

спеціалізація Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування

на тему: Лінія фасування моторної олії з модернізацією укупорювального пристрою

виконав студент 2 курсу, групи ЛУ-81мп

Карташов Андрій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник _____ дтн. проф. Карвацький А.Я. _____

Консультант (модернізація) _____ проф. Щербина В.Ю. _____

Консультант (ТМ та Е) _____ ст. викл. Борщик С.О. _____

Консультант (механотроніка) _____ доц. Левченко О.В. _____

Рецензент _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань

Студент _____

Київ 2019 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою
Спеціальність 131 – Прикладна механіка

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування
обладнання пакування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.В.Гондлях
«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Карташову Андрію Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації _____ Лінія фасування моторної олії з модернізацією
укупорювального пристрою

Науковий керівник дисертації _____ дтн. проф. Карвацький А.Я. _____,
затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження: _____ лінія фасування моторної олії

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): продуктивність по кінцевому продукту 1800 упак/год,
середній процент браку 1.5%, живлення машини 380 В, потужність що
використовується 2.24 кВт, витрата повітря 20000 л/хв, робочий тиск в
пневмосистемі 6-8 бар.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Магістерська дисертація включає такі
розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення та галузь застосування лінії», «Технічна
характеристики базової машини», «Опис базової конструкції, її основних частин та
принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування
запропонованої модернізації», «Розрахунки», «Охорона праці», «Технологія

монтажу та експлуатації», «Механотроніка», «Стартап-проект», «Висновки», «Перелік посилань».

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу Лінія фасування моторної олії – 1 лист, А3; укупорювальний пристрій з модернізацією – 1 лист, А3; Пристрій дозуючий – 1 лист, А3; Транспортер – 1 лист, А3; укупорювальний автомат – 1 лист, А3; 3D модель модернізації – 1 лист, А3; Матиматична модель і результати розрахунків – 2 лист, А3; Автоматизація лінії фасування – 1 лист, А3;

7. Орієнтовний перелік публікацій: тези на X Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Лінія фасування моторної олії з модернізацією укупорювального пристрою » (13-14 грудня 2019р.);

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Монтаж і експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст.викл.		
Модернізація	Щербина В.Ю., доц.		
Автоматизація	Левченко О.В., доц.		
Перевірка на оригінальність	Щербина В.Ю., доц.		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ		
2	Призначення та галузь застосування лінії		
3	Опис конструкції укупорювального пристрою та принцип роботи		
4	Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації		
5	Охорона праці		
6	Стартап-проект		
7	Розрахунки які підтверджують працездатність машини		
8	Монтаж та експлуатація машини		
9	Автоматизація		
10	Висновки		
11	Оформлення ПЗ		
12	Оформлення креслень		

Студент

(підпис)

Карташов А.В.

Керівник дисертації

(підпис)

Карвацький А.Я.

РЕФЕРАТ

УДК 621.789

Магістерська дисертація «Лінія фасування моторної олії з модернізацією укупорювального пристрою» / А. В. Карташов. КПІ ім. Ігоря Сікорського; н.керівник А. Я. Карвацький. Робота містить: __ с., __ рис., __ табл., __ дод., __ посилань.

Об'єкт дослідження: процес розливу рідких матеріалів у споживчу тару.

Предмет дослідження: механічний стан лінії фасування моторної олії та укупорювального пристрою споживчої тари.

Мета роботи: модернізація пристрою для укупорювання споживчої тари лінії фасування моторної олії та дослідження фізичних полів пакувального устаткування для підтвердження його експлуатаційної придатності.

Результати роботи та їх новизна. У результаті виконаних у дисертації досліджень вперше отримані такі наукові результати:

- 1) Дослідження з використанням розроблених числових моделей напружено-деформованого стану пакувального устаткування з метою визначення працездатності запропонованої модернізації укупорювального пристрою.
- 2) Аналіз достовірності отриманих результатів числового моделювання механічного стану укупорювального пристрою.

Практичне значення одержаних результатів полягає у такому:

- 1) Розробка проекту лінії розливу моторної олії з використанням в САД-системі КОМПАС;
- 2) Розробка в САД-системі Solidworks твердотільних моделей укупорювального пристрою базової та модернізованої конструкцій.

За темою дисертації самостійно опубліковано 1 друковану працю – 1 тезу доповіді у збірнику доповідей науково-технічної конференції.

ЛІНІЯ ФАСУВАННЯ, УКУПОРЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, МОТОРНА ОЛІЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН, ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

ABSTRACT

UDK 621.789

Master's thesis "Line of packing of engine oil with modernization of the capping device" / A. V. Kartashov. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute; scientific director A. Ya. Karvatskii. The manuscript contains: __ p., __ fig., __ tabl., __ appendix, __ reference.

Subject of research: the process of pouring liquid materials into consumer packaging.

The objective of the work: modernization of the device for capping the consumer packaging line of engine oil and exploring the physical fields of packaging equipment to confirm its operational suitability.

The results of the work and their originality. As a result of the research, the following scientific results were obtained for the first time in the dissertation:

- 1) Research using developed numerical models of stress-strain state of packing equipment to determine the efficiency of the proposed modernization of the sealing device.
- 2) Analysis of the reliability of the obtained results of numerical simulation of the mechanical condition of the capping device

The practical significance of the results obtained is as follows:

- 1) Development of a project of a line of spillage of engine oil with use in CAD-systems of COMPASS.

- 2) Development in Solidworks CAD system of solid state models of capping device of basic and upgraded structures.

On the topic of the dissertation, 1 printed works were independently published - 1 abstract in the collection of report of scientific and technical conference.

PACKING LINE, COOKING DEVICE, ENGINE OIL, MODERNIZATION, STRESS-DEFORMED CONDITION, NUMERICAL SIMULATION.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Умовні позначення:

c_p - коефіцієнт впливу режиму роботи конвеєра.

g – прискорення вільного падіння, $\text{м}^2/\text{с}$;

l – довжина трубопроводу, м ;

n_k – частота обертання каруселі, $\text{об}/\text{хв}$;

k_m – коефіцієнт впливу температури навколишнього середовища;

$t_{\text{доз}}$ – чистий час дозування, с ;

F_a – номінальна тягнуча сила конвеєра, Н ;

T_k – тривалість наповнення мірного циліндра продукцією, с ;

P_a – тиск повітря в надрідинному просторі бункера, Па ;

$P_{\text{ц}}$ – тиск на продукцію з боку поршня, Па ;

q_n – об'ємна подача насосу, $\text{м}^3/\text{с}$;

S – хід поршня, м ;

W – об'єм дози, л ;

Z – продуктивність, $\text{доз}/\text{хв}$;

v_0 – середня швидкість переміщення поршня на стадії випорожнення мірного циліндра, $\text{м}/\text{с}$;

μ – динамічна в'язкість рідини; $\text{Па}\cdot\text{с}$;

ρ – густина рідини, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Скорочення:

APDL – ANSYS Parametric Design Language;

КМ – композитний матеріал;

МСЕ – метод скінченних елементів;

НДС – напружено-деформований стан;

ПЗ – програмне забезпечення;

СЕ – скінченний елемент.

ЗМІСТ

ВСТУП	
1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ МОТОРНОЇ ОЛІЇ	
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ МОТОРНОЇ ОЛІЇ	
3 ПРИЗНАЧЕННЯ, ОПИС КОНСТРУКЦІЇ І ПРИНЦИПУ ДІЇ УКУПОРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ	
4 ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ТА ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ УКУПОРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ	
5 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ УКУПОРЮВАЛЬНОГО АВТОМАТА	
5.1 Кінематичні розрахунки	
5.2 Розрахунки на міцність вузлів та деталей укупорювального автомата	
6 МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ МОТОРНОЇ ОЛІЇ	
6.1 Складання вузла.	
6.2 Монтаж на фундаменті.	
6.3 Експлуатація машини.	
7 СТАРТАП ПРОЕКТУ	
8 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ МОТОРНОЇ ОЛІЇ	
9 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
10 МОДЕРНІЗАЦІЯ УКУПОРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СПОЖИВЧОЇ ТАРИ	
10.1 Розробка 3D моделей базової і модернізованої конструкцій укупорювального пристрою споживчої тари.	

10.2 Розрахунки на міцність базової і модернізованої конструкцій укупорювального пристрою споживчої тари. Визначення запасу міцності	
10.3 Підтвердження працездатності модернізованого пристрою для укупорювання споживчої тари	
10.4 Аналіз достовірності отриманих результатів	
ВИСНОВКИ	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	
ДОДАТОК А. КРЕСЛЕННЯ І ПЛАКАТИ	
ДОДАТОК Б. СПЕЦИФІКАЦІЇ.	
ДОДАТОК В. КОПІЇ ПАТЕНТІВ І ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ	

ВСТУП

Розвиток економічних відносин в країні потребує пришвидшення прогресу науки і техніки, впровадження нового обладнання і технологій з ціллю підвищення продуктивності праці і якості упаковки. Одним із головним напрямів пакування є розлив рідин у пляшки.

Упаковка спрощує вантажообіг, підрахунок і комерційні операції, орієнтує споживачів усіх вікових груп або категорій та особливості товару [1, 2]. У даній роботі буде розглянуте фасування моторного мастила в ПЕТ-тару.

Наразі більшість автовласників вдаються до придбання моторного масла у пляшках на розлив. Зокрема, вартість на розлив автомобільного мастила нижче на певний відсоток. Але більше плюсів такої покупки немає. Бажання зберегти кошти, можливо, обернеться для автовласника затратним ремонтом двигуна.

На ліцензованих автосервісах в двигуни, які перебувають на гарантійному обслуговуванні, поміщають масло в основному з бочок. В такому випадку сервіс сам зацікавлений в надійності своїх послуг і продукції і ризик тут майже відсутній. В інших випадках бажано утриматися від придбання масел або спеціальних рідин, (антифриз, гальмівна рідина, ATF), на розлив. Тому розробка і модернізація обладнання для здійснення фасування і суміжних процесів є важливою задачею.

Магістерська дисертація на тему «Лінія фасування моторної олії з модернізацією укупорювального пристрою» присвячена розробці та дослідженню механічного стану устаткування лінії з метою підтвердження працездатності існуючих та модернізованих її вузлів.

Наразі підвищенню захисту споживчої тари від несанкціонованого доступу та підробки фасованої продукції приділяється значна увага у фасувально-пакувальній індустрії, тому тема магістерської дисертації є актуальною.

Об'єкт дослідження: процес розливу рідких матеріалів у споживчу тару.

Предмет дослідження: механічний стан лінії фасування моторної олії та укупорювального пристрою споживчої тари.

Мета роботи: модернізація пристрою для укупорювання споживчої тари лінії фасування моторної олії та дослідження фізичних полів пакувального устаткування для підтвердження його експлуатаційної придатності.

1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ РОЗЛИВУ МОТОРНОЇ ОЛІЇ

До лінії розливу моторної олії (рисунок 1.1) входять: транспортер пластинчатий; автомат укупорювальний; автомат розливу; аплікатор; машина для вакуумного термоформування.

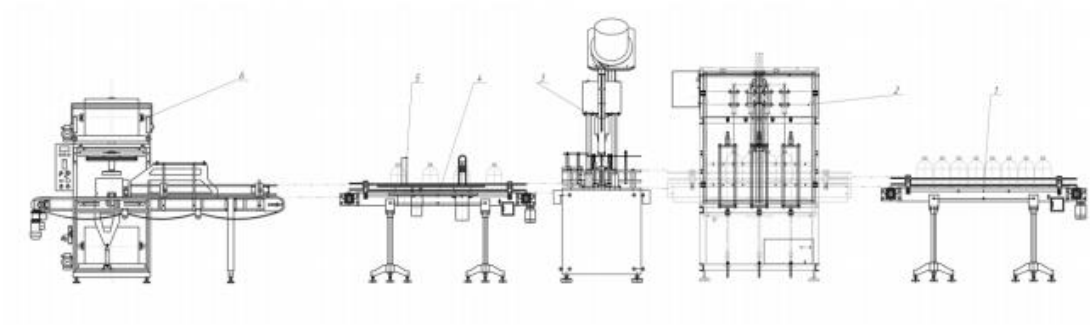


Рисунок 1.1 – Лінія фасування моторної олії в ПЕТ-тару

Данна лінія призначена для розливу моторних мастил, фасування моторних мастил та побутової хімії в ПЕТ пляшки від 1 до 5 л (рисунок 2.2), їх укупорювання та упаковку, шляхом термоусаджування в поліетиленову плівку.



Рисунок 1.2 – ПЕТ пляшка для технічних рідин

Разом з пакувальним устаткуванням знаходиться обладнання з автоматичного нанесення даних на упаковку у вигляді етикетки (етикетувальне обладнання), закупорювання тари (закупорювальне обладнання) маркування лазерним або крапле-струменевим способом (маркувальне обладнання), обладнання по транспортуванню продукції по виробничій площадці між певними стадіями упаковки – конвеєри і транспортери (конвеєрне обладнання). Даний автомат призначений для закупорювання ПЕТ тари.

Лінія встановлена на – ТОВ «А-3 Flex», «Helix», заводах виробництва моторних мастил та побутової хімії. Ця лінія може знаходитись на інших заводах, де проводиться розлив, фасування продуктів побутової хімії (миючі засоби, гелі та ін.)

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ МОТОРНОЇ ОЛІЇ

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика лінії розливу моторної олії

<u>Параметр або розмір</u>	<u>Значення параметру</u>
<u>1. Продуктивність по кінцевому продукту, упак/год</u>	<u>1800</u>
<u>2. Середній процент браку, %</u>	<u>1,5</u>
<u>3. Живлення машин</u>	<u>380В ± 10%; 50Гц; 3-ф</u>
<u>4.Потужність, що використовується, КВт</u>	<u>2,24</u>
<u>5. Витрата повітря, л/хв</u>	<u>20000</u>
<u>6. Робочий тиск в пневмосистемі, бар</u>	<u>6-8</u>

З ПРИЗНАЧЕННЯ, ОПИС КОНСТРУКЦІЇ І ПРИНЦИПУ

ДІЇ УКУПОРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Автомат (рисунок 3.1) складається зі станини 1, карусельного стола 2, механізму видачі пляшок 3, механізму орієнтування кришок 4, механізму для накладання кришок 5, механізму нанесення дати 6, а також пульта керування 7.

Основою для встановлення всіх інших механізмів автомата є станина з приводом. Вона представлена як корпус із нержавіючої сталі, який приварений до каркасу, що в свою чергу зварений із кутової сталі і опирається на 4 стінки.

Усі механізми машини встановлені навколо карусельного стола з чотирма гніздами для пляшок, що по чергову обертається навколо своєї осі.

Покрокове обертання карусельного стола відбувається за допомогою храпового колеса, яке обертається на заданий крок завдяки ходу штоку пневмоциліндра. При оберті карусельного стола на позицію, порожні пляшки потрапляють в зону дії закрутки, в зону дії механізму накладання кришок.

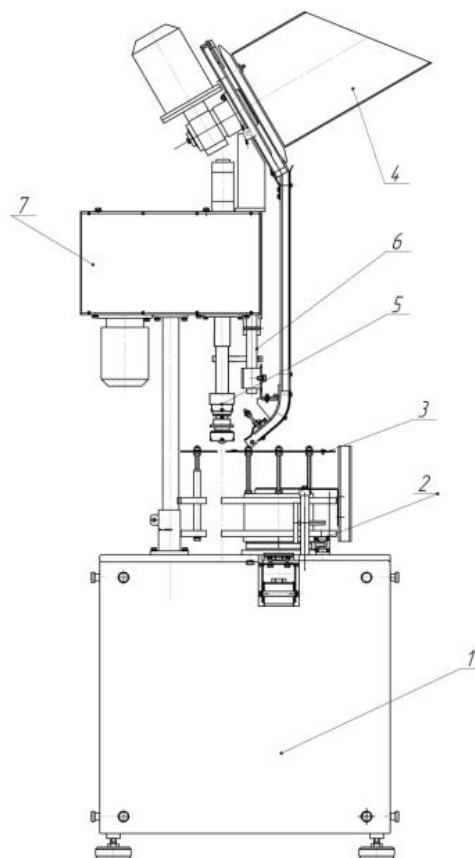


Рисунок 3.1 – Автомат укупорювання

Пристрій для нанесення дати у даній машині призначений для нанесення інформації про продукт та інших поміток.

Цей механізм виконаний із стійки, яка закріплена болтами до станини, плити та пластини (рисунок 3.2). На плиті знаходиться стакан штемпельний, дві напрямні та пневмоциліндр. На штока пневмоциліндра приєднана каретка, яка рухається по направляючих. Також на каретці закріплена вилка з датовальником. На датувальнику знаходиться матриця із шести цифр.

Нанесення дати на кришку проходить наступним чином: головка датувальника притискається до штемпельного стакану, далі іде робочий хід штока, при цьому каретка по направляючих переміщується вниз в напрямку ковпачка. При переміщенні вниз каретки вилка переміщується в паз під дією пружини. У даному випадку відбувається оберт вилки на 180° , і наноситься дата, датувальною голівкою. І у зворотному русі штока пневмоциліндра вилка переміщується в паз, повертається на 180° і до кінця прямує в штемпельний стакан.

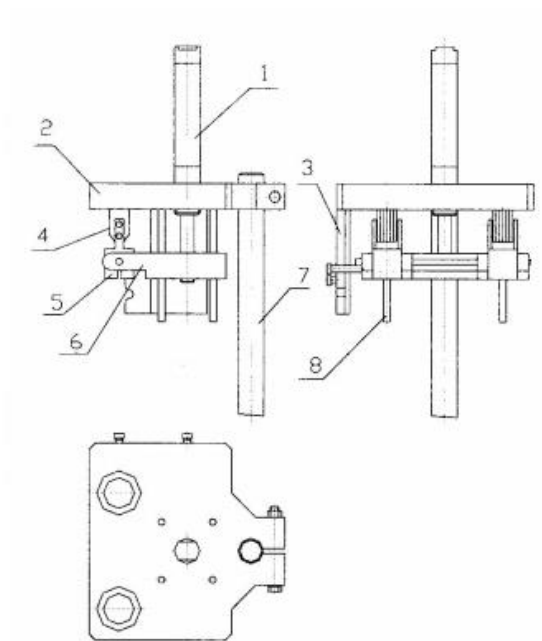


Рисунок 3.2 – механізм нанесення дати

4 ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ТА ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ УКУПОРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Метою проведення патентного пошуку є обґрунтування напряму вдосконалення лінії фасування, зокрема укупорювального пристрою, який матиме підвищену річну продуктивність за рахунок швидкого переходу на кришки іншого типорозміру. Додатковим напрямом вдосконалення є модернізація дозувального пристрою з метою його спрощення та забезпечення можливості дозування неоднорідних рідин, зокрема емульсій.

У патенті [1] розглянуто пристрій для вакуумного закупорювання кришкою тари типу ПЕТ. Винахід за патентом РФ № 2103222, МПК В 67 В 3/24, 1996, відноситься до укупорочної техніки, зокрема до устаткування для автоматичного закупорювання кришкою тари типу ПЕТ. Суть винаходу: пристрій оснащений великою кількістю колоподібне корпус, внутрішня порожнина якого охоплює горловину пляшки вакуум-камеру, з'єднану з корпусом, співвісну з ним, повітряним каналом корпусу насоса, виконаного у вигляді циліндра з розташованим в ньому порожнистим штоком, а внутрішній кінець - поршнем, дренажний клапан, встановлений у повітряному каналі, що з'єднує вакуум-камеру з насосом, і випускний клапан, встановлений в насосі (рисунок 4.1). При цьому випускний клапан з'єднаний з випускним отвором штока, а ця камера забезпечена пружиною для приєднання кришки до горловини пляшки. Основа вакуумної камери і корпус у формі циліндра насоса можуть бути виконані окремо і поєднанні різьбовим з'єднанням.

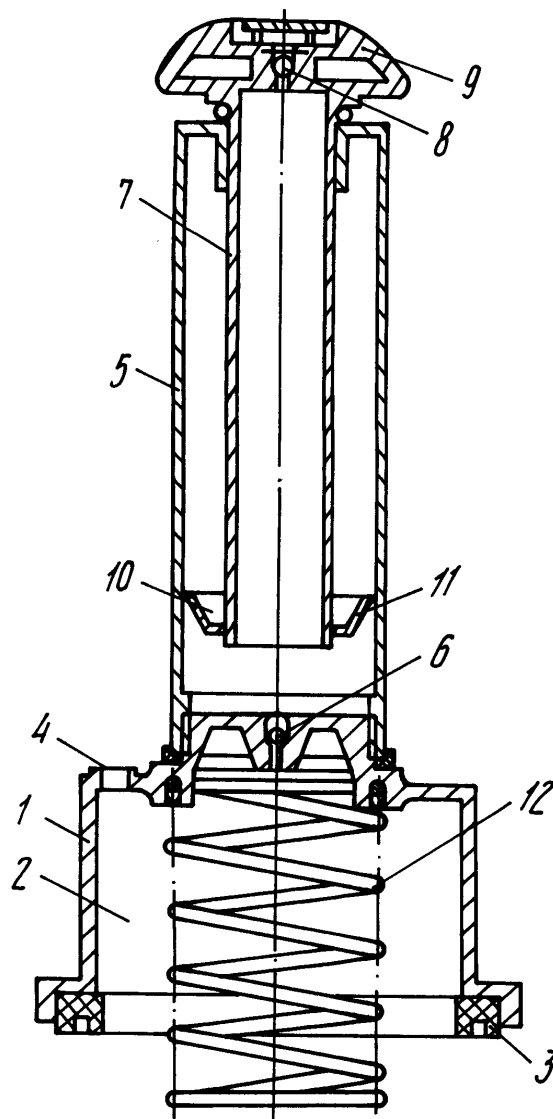


Рисунок 4.1 – Пристрій для вакуумної укупорки тари кришкою

У патенті [2] розглянуто спосіб укупорювання пляшки на лінії кришкою, виконаною з штучного матеріалу з зовнішньою стінкою циліндричною для охоплення горличка пляшки і розташованим в середині грибоподібної форми елементом для поміщення в горловині пляшки, з полімерною кришкою (за патентом РФ № 2405724, МПК В 65 D 47/00, 2010). Кришка подається по похилій поверхні орієнтатора в напрямку горличка пляшки з розташуванням в напрямку руху по конвеєру пляшки. Потім здійснюють притискання кришки в напрямку горличка пляшки для осаджування корпусу кришки. Мета винаходу створення нового способу надійного і сто відсоткового закупорювання пляшок, який полягає у спрощенні способу укупорювання при забезпеченні великого відсотка виходу кондиційно укупореного виробу.

У патенті [3] розглянуто пристрій для закупорювання пляшок.

Пристрій відноситься до області закупорювання пляшок. Відомий винахід для закупорювання пляшок, в якому закриття проводиться за допомогою магнітно-імпульсного патрона (а.с. 455066, МПК В67В 3 / 00, 1972).

Винахід для закупорювання пляшок складається з обойми та деформуючого елемента у вигляді гнучкого кільця, що має можливість транспортування вздовж стінки обойми шляхом кочення - обертання навколо кільця осі. В обойму поміщена захисна прокладка. У нижній частині обойми знаходиться упор 6, на вході в обойми використовуються скоси.

Патрон складений з індуктора, блоку зарядки, конденсатора. На індуктор розряджається конденсатор за спеціально виробленою для цього технологією. Струм розряду збуджує в індукторі циліндричної форми електромагнітне поле, яке між витками індуктора і заготівлею наводить електродинамічні сили, які прагнуть стиснути заготовку і розірвати індуктор. У результаті заготовка піддається деформації.

Недоліком даної конструкції є її недовговічність через що виникають великі температури в індукторі і ударні навантаження на нього.

Відомий пристрій, обраний як прототипу, в якому за допомогою закаточного патрона відбувається закупорювання (а.с. 444728, МПК В67В 3 / 00, 1971). У патроні заочування проводиться за допомогою елементів-роликів деформуючих, що обертаються навколо ковпачка. Траєкторію ролика задає копір.

У такого пристрою є недолік знос копіра роликів і як наслідок цього нещільність укупорки, відколи горлечок скляної тари.

Завданням заявки РФ № 95101783, МПК В 67 В 3/00, 1995, було розробити пристрій, яке дозволило б підвищити якість закупорювання, ліквідувати відколи скляної тари.

Ця задача досягається за допомогою того, що в пристрої для закупорювання пляшок, що складається з обойми і деформуючого елемента, згідно винаходу, деформуючий елемент виконаний у вигляді еластичного кільця, що має можливість осьового переміщення по обоймі, на вході в яку виконані скоси.

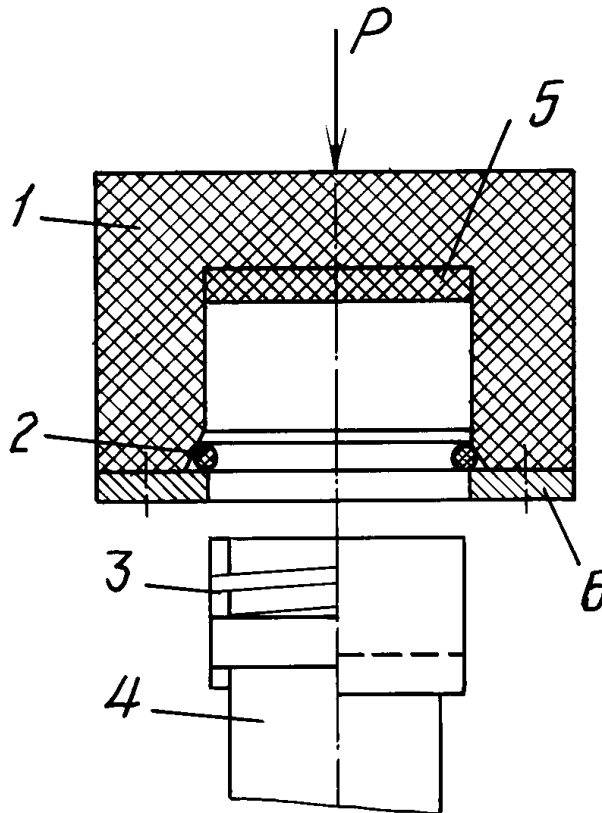


Рисунок 4.2 – Закупорювальний пристрій

У патенті [4] розглянуто пристрій дозування.

Використовується: в лініях автоматичного розливу для дозування рідких і пастоподібних середовищ. Мета винаходу (заявка РФ № 93011361, МПК В 01 В11/00, 1994): підвищення точності дозування, задання швидкості та обсягу дозування поршневий дозатор містить ємність для накопичення, дозуючий циліндр, розділений поршнем на дві камери, із яких верхня з'єднана магістраллю з ємністю для накопичення, а нижня - з додатковою ємністю з промивною рідиною. Шток встановленого поршня виконаний порожнистим, з'єднаний з верхньою камерою циліндра дозування і забезпечений рухомою підпружиненою щодо штока з клапаном. Для здійснення регулювання швидкості дозування в лінії зв'язку циліндра дозування і додаткової ємності встановлені регулюючий дросель і зворотний клапан. Тиск від накопичення і ємності промивання створюється від пневмосистеми з клапаном керування і редуктором. Верхня камера циліндра дозування містить рухомий керований поршень з

ексцентричними каналами, а з'єднанні робочі поверхні поршнів виконані конусними.

У патенті [5] розглянуто пристрій дозування.

Пристрій для по рівневому розливанні рідин (патент РФ № 2081815, МПК В 67 С3/02, 1997), що складається з контейнера для рідини, розливної головки з центрувальним дзвіночком що може бути зміненим, зливною і трубками для відводу повітря, що відрізняється тим, що у частині зверху ємності для рідини знаходиться поєднана з вакуумною лінією і головкою для розливання ізольована ємність, дно якої має можливість прокручуватись навколо горизонтальної осі, підпружинено і гарантовано прокладкою, у нижній частині ємності для рідини розташований барботер, а головка для розливу представляє собою планку, на якій знаходяться ущільнювач, змінний дзвінок, зливна і трубка для відводу повітря, при цьому повітровідвідна трубка служить також для відсмоктування зайвої рідини.

Винахід відноситься до області фасувально-закупорювальної промисловості, а саме до пристроїв для наповнення пляшок рідинами за рівнем.

Недоліки відомі у існуючих моделях, відсутні в пропонованому пристрої, що досягається тим, що у верхній частині резервуара для рідини встановлена герметична ємність (рисунок 5.3). Герметична ємність з'єднана з вакуумною лінією і розливною голівкою. Низ герметичної ємності має можливість прокручуватись навколо горизонтальної осі, воно підпружинено і забезпечено прокладкою. Пружина розміщена так, що за відсутності рідини в герметичній ємності низ своєї прокладкою прижимається щільно до нижньої частини герметичної тари. У нижній частині ємності для рідини розташований барботер.



Данна конструкція пристрою для розливу рідин є значно простіше існуючої і тільки з допомогою її стає можливий розлив рідини з гранулами або двохкомпонентних рідин.

У патенті [6] розглянуто закупорювальний пристрій, що містить внутрішню кришку, з'єднану з зливною втулкою, виконаною із засобами фіксації на плящі, основу, зафіксовану в зливній втулці, зовнішню кришку, з'єднану з внутрішньою кришкою, що покриває кожух, який відрізняється тим, що додатково містить індикаторний елемент, зафіксований на зливній втулці. Закупорювальний пристрій за, який відрізняється тим, що внутрішня кришка оснащена, як мінімум, одним зовнішнім буртиком. Закупорювальний пристрій за, який відрізняється тим, що на внутрішній поверхні кільцевого виступу індикаторного елемента виконаний фіксуєчий буртик з можливістю з'єднання з зливною втулкою.

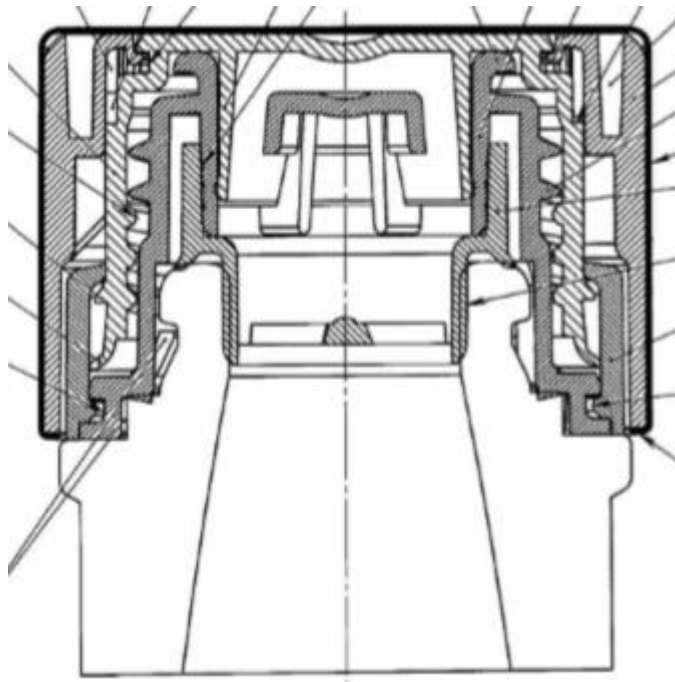


Рисунок 4.4 – Закупорювальний пристрій за патентом UA 75598

5 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ УКУПОРЮВАЛЬНОГО АВТОМАТА

5.1 Кінематичні розрахунки

1) Швидкість витікання олії із наповнювальної трубки

$$v = \mu \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}},$$

де μ – коефіцієнт витрат, який враховує властивості рідини, діаметр струменя, характер руху рідини ($\mu = 0.6$); p – тиск в системі бак – наповнювальні трубки, Па; ρ – густина розчинника ($\rho = 0,7585 \text{ кг/м}^3$).

$$v = 0.6 \sqrt{\frac{2 \cdot 1619}{0.7585}} = 39.2 \text{ м/с}$$

2) Секундні витрати рідини, що витікає через одну наповнювальну трубку

$$q = vF,$$

де F – площа поперечного перерізу наповнювальної трубки по внутрішньому діаметрі, м^2 . ($F = 0.000113 \text{ м}^2$)

$$q = 39.2 * 0.000113 = 0.0044 \text{ м}^3/\text{с}$$

3) Тривалість наповнювання однієї пляшки

$$\tau = \frac{V_6}{q},$$

де V_6 – об'єм пляшки. ($V = 0.0005 \text{ м}^3$).

$$\tau = \frac{0.5}{0.0044} = 0.113 \text{ с}$$

4) Теоретична продуктивність машини

$$\Pi_t = \frac{1800m\omega}{\pi}, \text{ де}$$

m – число наповнювачів; n – частота обертання ротора, с^{-1} ; ω – кутова швидкість ротора, с^{-1} .

$$\Pi_t = \frac{1800 \cdot 1.3 \cdot 8.36}{3.14} = 6230.06 \text{ пл/год}$$

5) Кутова швидкість обертання каруселі автомата:

$$\omega = \frac{L}{t} = \frac{0.454}{6} = 4.54 \text{ об/год}$$

6) Тривалість одного оберту каруселі (с)

$$T = \frac{3600m}{\Pi_t} = \frac{3600 \cdot 10}{6230.06} = 5.77 \text{ с}$$

7) Довжина кругового шляху (м)

$$S = mt,$$

де t – тривалість процесу наповнювання.

$$S = 10 \cdot 0.113 = 1.13 \text{ м}$$

8) Діаметр (мм) окружності по центрам наповнювачів

$$D = \frac{tm}{\pi},$$

де t – крок наповнювачів, мм; m – кількість наповнювачів.

$$D = \frac{1.13 \cdot 10}{3.14} = 3.59 \text{ мм}$$

9) Модуль каруселі, мм – відношення діаметра каруселі по центрам наповнювачів до числа наповнювальних пристроїв

$$M = \frac{D_0}{m} = \frac{3.59}{10} = 0.359 \text{ мм}$$

10) Потужність насосу, кВт

$$N = 0.001 Q p$$

де Q – продуктивність, p – тиск

$$N = 0.001 * 14.025 * 1619 = 2.7 \text{ кВт}$$

11) Тривалість робочого циклу, с

$$\tau = \frac{1}{\Pi} = \frac{1}{6000} = 0.00016 \text{ с}$$

12) ККД використання дозуючих приладів :

$$\eta = \frac{m'}{m} = \frac{10}{12} = 0.83.$$

13) Повний час кінематичного циклу автомату:

$$\tau = \tau_0 + \tau_1, \text{ с}$$

де τ_0 – час спокою (простою) робочого органу в с;

τ_1 – час руху робочого органу в с;

$$\tau_0 = \alpha \cdot \tau = 3600 \alpha \cdot m Q, \text{ с};$$

$$\tau_1 = \beta \cdot \tau = 3600 \beta \cdot m Q, \text{ с};$$

де α – час циклу, який затрачується на зупинку;

β – час циклу, який затрачується на рух.

В сучасних автоматах для очистки пляшок повний час кінематичного циклу коливається в межах 5,5 с до 14,4 с, а час руху робочого органу в середньому складає $\beta = 31,5\%$, а час спокою – $\alpha = 68,5\%$, тому прийmemo, що час кінематичного циклу складає 6 с і розрахуємо час простою і руху робочого органу відповідно: $\tau_0 = \alpha \cdot \tau = 0,685 \cdot 6 = 4,11 \text{ с}$; $\tau_1 = \beta \cdot \tau = 0,315 \cdot 6 = 1,89 \text{ с}$.

14) Теоретичне число пляшок, які одночасно знаходяться в автоматі

$$M_6 = Q \cdot T / 6000 = 6000 \cdot 6 / 3600 = 10 \text{ шт.}$$

5.2 Розрахунки на міцність вузлів та деталей укупорювального автомата

Колова сила:

$$F_t = \frac{10^3 \cdot P_1}{v} = \frac{10^3 \cdot 2,3}{7,4} = 310 \text{ Н}$$

Сили, що діють на вал та підшипники:

$$F_r = 2 \cdot F_0 \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 653,4 \cdot 3 \cdot \sin \frac{149}{2} = 3778 \text{ Н}$$

Вибір підшипників

З технологічних міркувань для опори валу приймаємо шарикопідшипники упорні типу 8000 за ГОСТ 6874 – 75 [6]:

$d = 80$ мм – діаметр внутрішнього кільця;

$D = 125$ мм – діаметр зовнішнього кільця;

$H = 31$ мм – висота підшипника;

$C^0 = 164000$ Н – динамічна вантажопідйомність.

З технологічних міркувань для опор валу приймаємо шарикові двохрядні підшипники за ГОСТ 5721 – 75 типу 3608 середньої серії діаметрів:

$d = 80$ мм – діаметр внутрішнього кільця;

$D = 110$ мм – діаметр зовнішнього кільця;

$B = 33$ мм – ширина підшипника;

$C^0 = 64876$ Н – динамічна вантажопідйомність.

Розрахунок терміну довговічності підшипників

Ведучий вал

Шарикопідшипники упорні з короткими циліндровими роликами, однорядні. Тип 8000 за ГОСТ 6874 – 75, середня серія $d = 80$, $D = 125$, $H = 31$ мм, $z = 2$, $D_1 = 80$, $T = 18.25$, вантажопідйомність $C^0 = 164000$ Н, ролики $DT = 9.5$, $z = 13$.

Ведений вал

Шарикові двохрядні підшипники з короткими циліндровими роликами, однорядні. Тип 3608 ГОСТ 5721 – 75, середня серія $d = 80$, $D = 110$, $B = 33$, $c = 2.5$, $D_1 = 85$, $T = 22.75$, вантажопідйомність $C^0 = 64876$ Н, ролики $DT = 11.7$, $z = 12$.

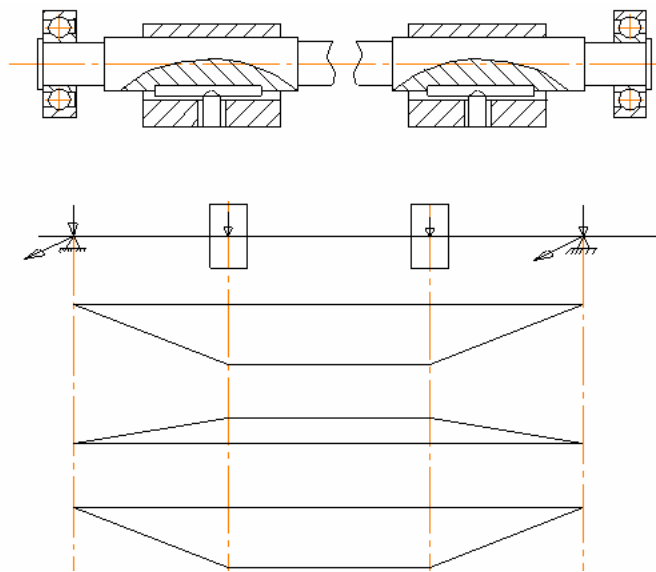


Рисунок 6.1 – Схема навантаження на вал

Сили, що діють в зачепленні: $P_{окр} = 1284$ Н, $P_{рад} = 470$ Н і $P_{ic} = 382$ Н.

Перший етап компоновки дав $a = 50$ мм, $b = 35$ мм

Визначимо реакції опор:

– у площині yz :

$$Y_2 (2a + 2b) = P_{окр} \cdot a + P_{окр} (a + 2b) = P_{окр} (2a + 2b)$$

$$Y_2 = P_{окр} = 1284 \text{ Н.}$$

$$Y_1 (2a + 2b) = P_{окр} \cdot a + P_{окр} (a + 2b) = P_{окр} (2a + 2b)$$

$$Y_1 = P_{окр} = 1284 \text{ Н.}$$

– у площині yz :

$$X_2 (2a + 2b) = P_{\text{рад}} \cdot a + P_{\text{рад}} (a + 2b) = P_{\text{рад}} (2a + 2b)$$

$$X_2 = P_{\text{рад}} = 470 \text{ Н.}$$

$$X_1 (2a + 2b) = P_{\text{рад}} \cdot a + P_{\text{рад}} (a + 2b) = P_{\text{рад}} (2a + 2b)$$

$$X_1 = P_{\text{рад}} = 470 \text{ Н.}$$

Сумарні реакції:

$$R_1 = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2} = \sqrt{470^2 + 1284^2} = 1361 \text{ Н}$$

$$R_2 = \sqrt{X_2^2 + Y_2^2} = \sqrt{470^2 + 1284^2} = 1361 \text{ Н}$$

Знаходимо осьові складові радіальних реакцій конічних підшипників по формулі:

$$S = 0,83eR$$

$$S_2 = 0,83eR_2 = 0,830,361429 = 427 \text{ Н;}$$

$$S_1 = 0,83eR_1 = 0,830,361429 = 427 \text{ Н;}$$

Тут для підшипників 3608 параметра осьового вантаження $e = 0,28$, $E = 28$ кН.

Осьові сили підшипників. У нашому випадку $S_1 = S_2$; $P_{ic} > 0$; тоді $F_{oc1} = S_1 = 1361 \text{ Н}$; $F_{oc2} = S_1 + P_{ic} = 1811 \text{ Н}$.

Оскільки реакції, що діють на підшипники рівні, то розглянемо один з підшипників. Розглянемо лівий підшипник.

Слід враховувати осьове навантаження.

Еквівалентне навантаження по формулі:

$$P_{e2} = (X_{VR2} + Y_{Foc2}) K_{\delta} K_T;$$

для заданих умов $V = K_{\delta} = K_T = 1$; для конічних підшипників при $\frac{F_{oc2}}{R_2} \Rightarrow e$

коефіцієнт $X = 0,4$ і коефіцієнт $Y = 1,67$.

Еквівалентне навантаження:

$$P_{\Sigma} = (0,4 \cdot 1361 + 1,67 \cdot 1811) = 3024 \text{ Н} = 3,024 \text{ кН}$$

Розрахункова довговічність:

$$L = \left(\frac{C}{P_{\Sigma}} \right)^{\frac{10}{3}} = \left(\frac{C}{P_{\Sigma}} \right)^3 \sqrt[3]{\frac{C}{P_{\Sigma}}} = \left(\frac{33}{3,024} \right)^3 \sqrt[3]{\frac{33}{3,024}} \approx 2883 \text{ млн. об.}$$

Розрахункова довговічність:

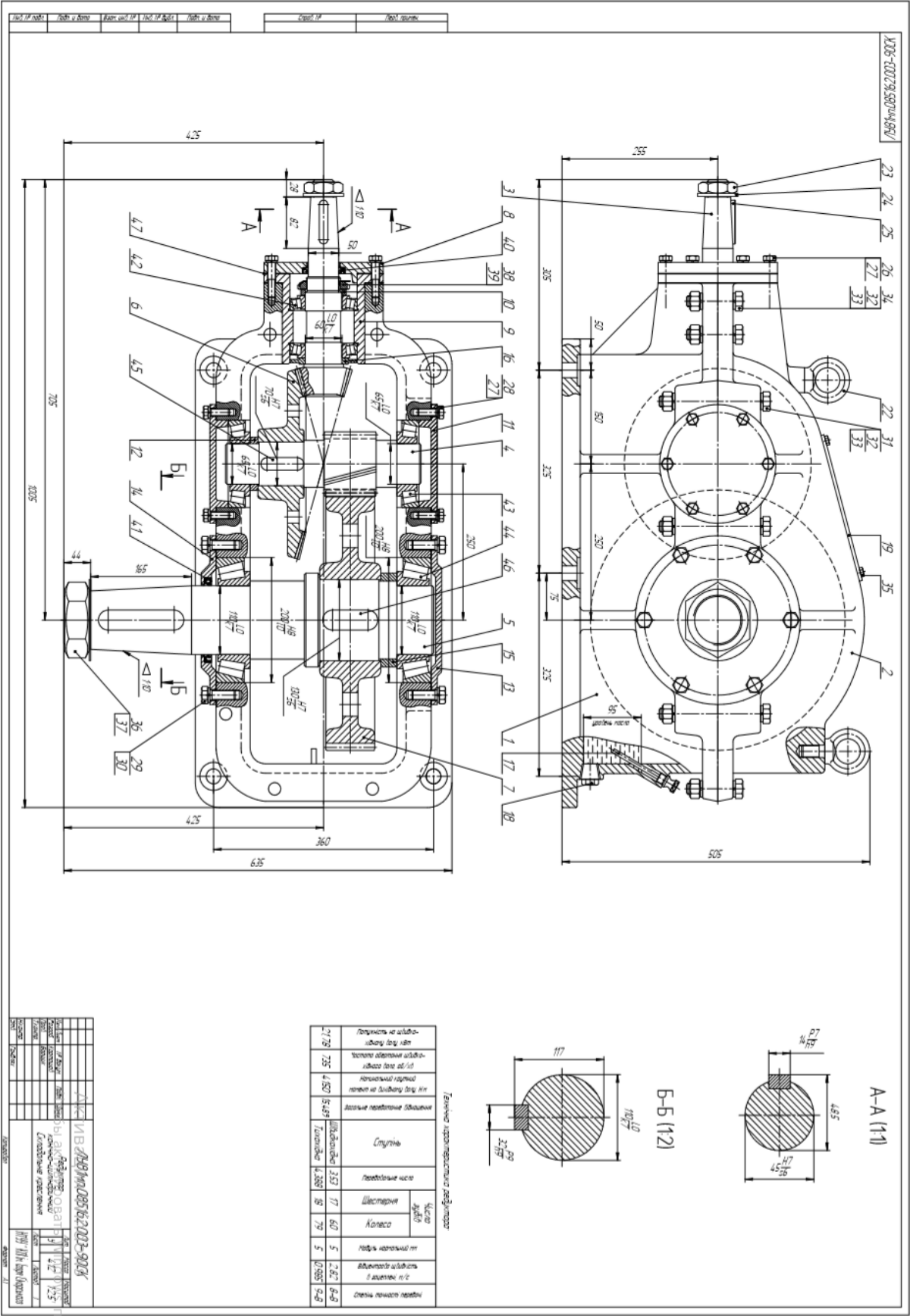
$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n} = \frac{2883 \cdot 10^6}{60 \cdot 650} \approx 73923 \text{ год}$$

де $n = 650$ об/хв – частота обертання провідного валу.

Розрахунки доводять працездатність укупорювального автомата, отже, вона може використовуватися на виробництві.

6 МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ МОТОРНОЇ ОЛІЇ

6.1 Складання вузла



				Операційна карта слюсарних, слюсарно-складальних та електромонтажних робіт											
№ цеху	№ участ.	№ місяця	№ опер.	Найменування операції						Устаткування					
				Збирання редуктора											
№ пере- ходу	Зміст переходу							Технологічний режим		Пристосування		Інструмент		То хв	
1	Пробку рівня 24, пробку зливальну 18 закручуємо в корпус							пробка рівня 24				Гайковий ключ			
								пробка зливн. 23				S = 19		8	
								корпус 1				S = 24			
2	На тихохідний вал 5 запресовуємо шпонку 45, 46							вихідний вал 4				молоток		5	
								шпонка 45				підставка			
3	На тихохідний вал 5 запресовуємо шестірню							шестірня		прес гідравліч.		надставка		5	
										Q=70т.					
4	На тихохідний вал 5 запресовуємо підшипник 43							підшипник 43		прес гідравліч.		надставка		5	
										Q=70т.					
5	Тихохідний вал 5 у зборці монтуємо в корпус													10	
6	На вал шестерню 3 запресовуємо шпонку, маслоз’ємне кільце 16							шпонка							
	та запресовуємо підшипник 42							підшипник 42						8	
7	Вал-шестерню 3 в збірці опускаємо в корпус 1													6	
8	На кришку редуктору 2 одіваємо люк оглядовий 19 и закріплюємо							кришка 2							
	гвинтом 22							люк оглядовий 19						12	
								гвинт 22							
											Розроб.				Арк.
											Керівник				
											Н. Контр.				Ар-в
	Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Затв.				

				Операційна карта слюсарних, слюсарно-складальних та електромонтажних робіт											
№ цеху	№ участ.	№ місця	№ опер.	Найменування операції						Устаткування					
				Збирання редуктора											
№ пере- ходу	Зміст переходу								Технологічний режим		Пристосування		Інструмент		То хв
9	Конічними штіфтами з'єднуємо корпус								штіфт				молоток		7
									корпус						
10	Корпус і кришку 11 закріплюємо болтами 26, шайба 24, гайка 23								болт 26, шайба 24				Гайковий ключ		15
									гайка 23				S = 22		
11	Закручуємо болт 29, гайку 33								болт 29, шайба 33				S = 22		5
12	В кришку передню тихохідного валу 5 опускаємо кільце ущільнення 16								тих. вал 5						6
									ущільнення 16						
13	У кришку вал-шестерні 8 опускаємо прес-масленку, сальники і								кільце ущільн. 16						7
	кільце ущільнення 16								кришка вал-шестерні						
									прес- масленка						
									сальники						
14	Кришку 2 у зборці кріпимо гвинтами								кришка				Гайковий ключ		8
									гвинт				S = 22		
											Розроб.				Арк.
											Керівник				
											Н. Контр.				Ар-в

[illegible]

7. СТАРТАП ПРОЕКТУ

7.1. Обґрунтування необхідності модернізації обладнання

Задачі обладнання хімічного машинобудування полягають в тому що, всі зацікавлені в отриманні обладнання, яке дозволить збільшити випуск дешевої продукції високої якості, зменшити кількість браку, збільшити точність дозування, при найменших витратах робочої сили та матеріалів, затративши при цьому мінімум капіталовкладень, що мають окупитися в найкоротший термін.

З року в рік зростають потреби в хімічних продуктах. Одним з видів хімічної промисловості на які завжди є попит населення це – моторна олія. Для їх розливу і пакування спочатку готують тару, в яку дозується потрібна доза продукту, та проводять закупорювання.

На даний момент існує велика кількість машин розливу для дозування моторної олії. Багато з них застарілі як фізично так і морально, тому актуальною є удосконалення існуючих машин.

Згідно з тематикою дипломного проекту об'єктом удосконалення є дозувальний пристрій, розливної машини ЛД-4СОАЗ-5. Розлив побутової хімії проходить в пет тару. Основною метою є вдосконалення та розробка виконавчих механізмів машини, які б забезпечили її надійну та безперервну роботу. Таким чином стає можливим підвищити $Q_{год.}$ та $Q_{річ.}$.

Таблиця 7.1 Технічні характеристики

Автомат розливу ЛД-4СОАЗ-5		Базова	Модернізована
Продуктивність(Зл)	Пл./год	1770	1800
Кількість розл. гол.	Шт.	4	4
Об'єм порш. доз.	л	3	3
Точність розливу	%	2,5	1,5
Висота тари	мм	до 340	до 340
Встановлена потужність	кВт	2,24	2,24

Напруга живлення	В	380/50	380/50
Робочий тиск	бар	6-8	6-8
Габаритні розміри	мм	1200x1100x1200	1200x1100x2200
Маса	кг	400	400

7.2. Розрахунок витрат на проектні роботи

Розрахунок витрат на проектні роботи включає такі статті:

- основна заробітна плата розробників;
- додаткова заробітна плата;
- відрахування на соціальні заходи;
- витрати на матеріали на проектування;
- консультації;
- вартість оснастки;
- накладні витрати.

7.2.1. Розрахунок трудомісткості конструкторської роботи

По кожному з видів робіт у відповідності з новизною, складністю проектного об'єкту й використанням норм часу на розробку конструкторської документації, наведених у методичних вказівках, визначаємо загальний нормативний час конструкторської підготовки виробництва з вказівкою професії й кваліфікації виконавців.

Креслення загального вигляду ємностей, віднесені до групи новизни Б, оскільки удосконалення установки передбачає модифікацію існуючих моделей із використанням уніфікованих елементів, а також удосконалення існуючих зразків зі зміною розмірних параметрів при застосуванні великої кількості запозичених складових. Група складності 4 обумовлена роботою під тиском, а також мають контрольно-вимірні прилади, елементи регулювання приводу, сигналізації.

Креслення загального вигляду машини відноситься до групи новизни А, що передбачає проектування за наявними зразками існуючих моделей без значних конструкторських і розмірних змін.

Група складності 3 обумовлена роботою під тиском та наявністю обертових деталей. Оцінка і визначення трудомісткості інших складових устаткування представлена у таблиці 6.2

Таблиця 7.2 Трудомісткість конструкторської підготовки

Найменування конструкторської документації або видів робіт	Кількість облікових одиниць	Групи		Норми часу, год.		Кваліфікація виконавців
		новизни	Складності	на одиницю	усього	
Патентний пошук	3 A4	Б	3	18	54	I.К.-II
Механізм розливу побутової хімії (креслення загального виду)	1 A1	А	3	5	7	I.К.-I
Дозатор (креслення загального виду)	1 A1	Б	4	6	7	I.К.-I
Схема автоматизації	1 A1	А	3	126	120	с.т.к.
Специфікації	1 A4	Б	1	0,6	2	с.т.к.
Пояснювальна записка	40 A4	Б	3	1,3	52	I.К.-II
Разом загальна трудомісткість :					237год	

Примітка:

I.К.-I - інженер-конструктор 1-ої категорії, I.К.-II - інженер-конструктор 2-ої категорії, С.Т.К.- старший технік-конструктор.

7.2.2. Розрахунок трудомісткості технологічної підготовки виробництва

Технологічна підготовка виробництва включає: забезпечення технологічності конструкції механізму розливу; забезпечення технологічності конструкції дозатора; проектування технологічних процесів.

Трудомісткість технологічного контролю конструкції врахована в розрахунку витрат часу на конструкторську підготовку виробництва.

Трудомісткість технологічної підготовки виробництва з врахуванням складності деталі, що виготовляється, визначаємо відповідно. Результати розрахунку зводимо до таблиці 6.3.

Таблиця 7.3 Трудомісткість технологічної підготовки

Вид робіт	Група складності	Кількість одиниць	Норма часу , год		Кваліфікація виконавця
			на	усього	
Проектування технологічних процесів механізму розливу	2	3	13,9	41	I.T.-II
Проектування технологічних процесів дозатора	2	3	13,9	41	I.T.-II
Операційна технологія	2	3	16,8	50	I.T.-II
Загальна трuдомісткість технологічної підготовки виробництва- 132 год					

7.2.3. Основна заробітна плата

Результати розрахунку основної заробітної плати зводимо до таблиці 7.4

Таблиця 7.4 - Розрахунок основної заробітної плати

№	Посада робітника	Трудовісткість, год.	Відпрацьовано, люд. –міс.	Оклад, грн..	Сума зарплати, грн..
1	2	3	4	5	6
1	Інженер- конструктор 1-ї категорії	14	0,083	1500	125
2	Інженер- конструктор II-ї категорії	106	0,625	1200	744
3	Старший технік- конструктор	122	0,72	1300	936
4	Інженер- технолог II-ї категорії	132	0,77	1200	924
Сумарна основна заробітна плата, грн.					2729

7.2.4. Додаткова заробітна плата

Додаткову заробітну плату визначаємо у відсотках від основної заробітної плати. Величина нормативу визначається за даними організації (50-70%), що діє на підприємстві, дорівнює 60 відсотків.

Відповідно, сума додаткової заробітної плати становить

$$З_{\text{дод}} = \frac{З_{\text{осн}}}{100} \cdot 60 = \frac{2729}{100} = 1637,4 \text{ грн}$$

7.2.5. Відрахування на соціальні заходи.

Відрахування на соціальні заходи, згідно з методичними вказівками, визначаються у відсотках від суми основної і додаткової заробітної плати робітників та становить 36,8%: пенсійного фонду (32%), відрахування на соціальне страхування (2,9%) та відрахування в фонд зайнятості (1,9%). Таким чином, загальна сума відрахувань становить:

$$В_{\text{сз}} = \frac{З_{\text{осн}} + З_{\text{дод}}}{100} \cdot 36,8 = \frac{2729 + 1637,4}{100} \cdot 36,8 = 1606,83 \text{ грн}$$

7.2.6. Вартість матеріалів на проектування.

Вартість матеріалів на проектування розраховується по діючим оптовим цінам і уточнилось по даним підприємства. В цю статтю входять затрати на придбання креслярського паперу, канцелярських товарів, і т. п.

Розраховані дані зведені до таблиці 7.5.

Таблиця 7.5 - Вартість матеріалів на проектування

№	Найменування матеріалів	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Ватман, А1	Шт.	6	9	54
2	Папір офісний, А4	Арк.	100	0,10	10,00
3	Ручка	Шт.	1	2,00	2,00
4	Олівець	Шт.	1	1,20	1,2
5	Друк	стор	100	0,4	40
Невраховані матеріали, 10%					10,8
Сумарні ватрати на метеріали:					118

7.2.7 Витрати на консультації

Витрати на консультації, їх види, час консультацій та кваліфікацію консультантів зводимо до таблиці 6.6.

Таблиця 7.6. Витрати на консультації

Предмет консультації	Час консультації, год	Годинна оплата, грн./год	Сума, грн
1	2	3	4
Спецкурс	25	20,00	500
Економічна частина	1	30,00	30
Охорона праці	1	25,00	25
Технологія машинобудування	2	30,00	60
Автоматична система керування	1	50,00	50
Разом	665		

7.2.8. Накладні витрати

Накладні витрати відповідно методичним вказівкам визначаються у відсотках (80-100%) від основної заробітної плати.

Приймаємо накладні витрати у розмірі 90% від основної заробітної плати:

$$B_{\text{н}} = Z_{\text{осн}} \cdot \frac{90}{100} = 2729 \cdot \frac{90}{100} = 2456,1 \text{ грн}$$

6.2.9. Вартість машинного часу.

Пояснювальна записка виконана з використанням комп'ютера.

Вартість машинного часу знаходиться, як добуток часу використання комп'ютера на часову вартість його використання.

Таким чином:

$$B_{\text{маш}} = B_{\text{г}} \cdot \text{Ч}_{\text{в}}$$

де $\text{Ч}_{\text{в}} = 300$ год. - час використання комп'ютера ;

$B_{\text{г}} = 5$ грн. - вартість години праці на комп'ютері.

Розраховані дані по витратах на проектні роботи зведені до таблиці 7.7.

Таблиця 7.7. Витрати на проектні роботи

	Статті витрат	Витрати, грн.	Питома вага витрат в загальній сумі, %
	Основна заробітна плата розробників	2729	24
	Додаткова заробітна плата	1637,4	14,5
	Відрахування на соціальні заходи	1606,83	14,3
	Матеріали на проектування	118	1
	Консультації	665	5,7
	Накладні витрати	2456,1	21,8
	Вартість машинного часу	1500	11,5
	Вартість оснастки	900	7,2
	Разом	11612,33	100

7.3 Розрахунок витрат на виготовлення та обґрунтування ціни

7.3.1 Розрахунок собівартості

Собівартість нового обладнання для модернізації дозуючого пристрою, машини розливу ЛД-4СОАЗ-5 може бути визначена різними способами залежно від ступеня новизни конструкції, наявності та складності початкових даних і залежить в основному від матеріалоємності конструкції.

При проектуванні обладнання необхідно намагатися знизити матеріал та трудомісткість конструкції. Зниження матеріалоємності досягається за рахунок застосування дешевих матеріалів заміників, широкого використання пластмас та синтетичних матеріалів, детальних розрахунків на міцність та інші властивості елементів конструкції, застосування прогресивних технологій обробки, що призводить до зменшення допусків на обробку.

Зниження трудомісткості досягається застосуванням максимальної кількості стандартизованих, нормалізованих та уніфікованих деталей та вузлів, скорочення кількості складних деталей, заміною обробки різанням іншими видами обробки.

Собівартість, згідно з методичними вказівками розраховується за формулою :

$$C_H = \left[M + 3_0 \cdot \left(1 + \frac{P}{100} \right) + \frac{\alpha}{100} \right] \cdot \left(1 + \frac{\eta}{100} \right) + \frac{3_{np}}{N}$$

де M – витрати на матеріали, напівфабрикати та покупні вироби ;

Z_o – основна заробітна плата виробничих робітників, грн.

$P = 180-230\%$ - витрати на експлуатацію та обслуговування обладнання, цехові та загальнозаводські витрати у відсотках від основної зарплати виробничих робітників, згідно з методичними вказівками. Приймаємо $P = 230\%$;

$\alpha = 90-110\%$ - додаткова заробітна плата та нарахування, у відсотках від основної заробітної плати, згідно з методичними вказівками. Приймаємо $\alpha = 110\%$.

$\eta = 1,5-2,5\%$ - поза виробничі витрати у відсотках від загальної собівартості, згідно з методичними вказівками. Приймаємо $\eta = 2,0\%$;

$Z_{пр}$ – загальні витрати на проекті роботи ;

$N = 2$ – кількість виготовляемого нового або вдосконаленого обладнання.

Кількість матеріалів та їх вартість розраховуємо диференційовано за окремими найменуваннями і марками матеріалів з урахуванням проведеної модернізації.

$$C_i = \left[\dot{I} + C_o \cdot \left(1 + \frac{P}{100} \right) + \frac{\alpha}{100} \right] \cdot \left(1 + \frac{\eta}{100} \right) + \frac{C_{i\delta}}{N} =$$
$$\left[4500 + 2729 \cdot \left(1 + \frac{230}{100} \right) + \frac{110}{100} \right] \cdot \left(1 + \frac{2}{100} \right) + \frac{13077,28}{2} = 20315,576$$

7.3.2. Розрахунок ціни

Розрахункову ціну нового обладнання знаходять, виходячи з її собівартості C_n , нормативного валового прибутку Π_n та податку на додану вартість H :

$$C_n = C_n + \Pi_n + H$$

Податок на додану вартість:

$$\dot{I} = (\tilde{N}_i + \tilde{I}_i) \cdot \frac{\gamma}{100} = (20315,57 + 6094,67) \cdot \frac{20}{100} = 5282,05$$

де $\gamma = 20\%$ – ставка податку на додану вартість.

$$\tilde{O}_i = 20315,57 + 5282,05 + 6094,67 = 31691,7$$

7.4 Розрахунок техніко-економічних показників у споживача до та після удосконалення нового обладнання

7.4.1 Розрахунок повних капітальних витрат.

Капітальні витрати розраховуються за наступною формулою:

$$K_{\bar{o}} = \Pi_n + \Pi_{cm} + K_{\partial m} + K_{\bar{o}y\partial} + K_c$$

де Π_n - вартість придбаного апаратів;

$K_{\partial m}$ - витрати на доставку та монтаж апаратів;

$K_{\bar{o}y\partial}$ - витрати на виробничі споруди;

K_c - спеціальні капітальні витрати (КВП і автоматика та ін.).

$\Pi_{cm} = 0$ - вартість суміжного обладнання,

Витрати на доставку, монтаж обладнання та будівництво фундаменту розраховуємо у відсотках від ціни обладнання, вони складають 8-12 відсотків. Приймаємо 10 відсотків.

де $S_{\bar{o}} = 25m^2$ - площа базового обладнання (в плані);

$S_n = 25m^2$ - площа нового обладнання (в плані);

$\eta_g = 1,5$ коефіцієнт, що враховує додаткову площу на проходи, службові приміщення та ін.

$\Pi_{буд} = 2000$ грн/м² Питома вартість будівлі. Норматив складає 1500-2500 грн. Спеціальні витрати на автоматику та КВП розраховуємо у відсотках від ціни апарату, вони складають 10-15 відсотків. Приймаємо 10%

$$K_{сб} = \Pi_{\bar{o}} \cdot \frac{10}{100} = 49500 \cdot 0,1 = 4950 \text{ грн}$$

Підставляючи числові дані до формули, отримуємо:

$$K_{\bar{o}} = 49500 + 4950 + 4950 + 75000 = 134400 \text{ грн}$$

7.4.2. Річна продуктивність обладнання

Річна продуктивність обладнання визначається за формулою:

$$Q_p = Q_z \cdot F_{\partial},$$

де Q_z - годинна продуктивність ;

F_{∂} - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Дійсний річний фонд часу роботи обчислюється за формулою:

$$F_{\partial} = F_n \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right),$$

де F_n - річний номінальний фонд часу роботи обладнання, год..

Величина δ приймається в межах 4 - 10%. При роботі безперервно протягом тижня без зупинок виробництва у святкові дні номінальний фонд є максимальним і складає 365 днів. Приймаємо $\delta = 5\%$.

де $h = 8$ - тривалість робочої зміни;

$S = 3$ - кількість змін роботи;

$D_p = 365$ - кількість робочих днів у році.

Підставляючи числові данні ,отримуємо величини номінального фонду і дійсного річного фонду часу роботи:

$$F_n = 8 \cdot 3 \cdot 365 = 8760 \text{ год},$$

$$F_d = 8760 \cdot (1 - 0,05) = 8322 \text{ год.}$$

Річна продуктивність становить:

$$2200 \cdot 8322 = 18308400 \text{ - було}$$

$$2250 \cdot 8322 = 18724500 \text{ - після удосконалення}$$

7.4.3 Поточні витрати

Поточні витрати на утримання та експлуатацію базової та проектуємої установок складаються з заробітної плати, відрахувань на заробітну плату, витрат на електроенергію, витрат на утримання та ремонт обладнання, амортизаційних відрахувань, витрат на утримання та ремонт будівель, амортизаційних відрахувань на будівлі.

6.4.3.1 Заробітна плата

Витрати на оплату праці основних робітників, що обслуговують установку, розраховують за формулою:

$$C_3 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^m t_{ci} \cdot F_o \cdot \eta_{\text{доо}}$$

де $m = 1$ - кількість робочих, які обслуговують обладнання;

$t_{ci} = 9$ грн/год - годинна тарифна ставка робітників, які обслуговують обладнання.

$F_o = 8322$ год - дійсний річний фонд часу;

$\eta_{\text{доо}}$ - коефіцієнт, що враховує доплати до основної заробітної плати, він складає 1,5-1,7. Приймаємо 1,6.

Підставляючи числові дані, отримуємо:

$$C_{\text{зн}} = C_{\text{зб}} = \frac{1}{100} \cdot 9 \cdot 8322 \cdot 1,6 = 1198,37 \text{ грн}$$

7.4.3.2. Нарахування на заробітну плату

Нарахування на заробітну плату складають 37% від основної заробітної плати, у тому числі: (33,2%-пенсійний фонд; 1,5%-соц, страх; 1,3%-фонд зайнятості, 1%-страхування від нещасних випадків) згідно методичних вказівок:

$$H_{\text{зрн}} = H_{\text{зрб}} = 1198,37 \cdot \frac{37}{100} = 443,40 \text{ грн}$$

7.4.3.3. Витрати на електроенергію.

Витрати на електроенергію залежать від потужності електродвигуна, встановленого на установці, ступеня його використання і обчислюють за формулою:

$$C_e = C_e \cdot N_y \cdot F_o \cdot K_e \cdot K_m,$$

де $N_y = 0,1 \text{ кВт}$ - потужність електродвигуна;

$K_e = 0,8$ - коефіцієнт, що враховує використання електродвигуна протягом робочого дня, згідно методичних вказівок складає 0,7-0,8. Приймаємо 0,8.

$K_m = 0,8$ - коефіцієнт, що враховує використання встановленої потужності електродвигуна апарату, згідно методичних вказівок складає 0,7-0,8. Приймаємо 0,8.

$C_e = 0,55 \text{ грн}$ - тариф на $1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ електроенергії. Підставляючи числові дані, отримуємо:

$$C_{BH} = C_{BD} = C_B \cdot N_y \cdot F_d \cdot K_d \cdot K_m = 0.55 \cdot 0.1 \cdot 8322 \cdot 0.8 \cdot 0.8 = 292,94 \text{ грн}$$

7.4.3.4. Витрати на утримання і ремонт

Витрати на утримання і ремонт визначаємо у відсотках від вартості установки, згідно методичних вказівок: 2,4 % - на будівлі та споруди; 8 % - на обладнання.

7.5 Розрахунок ефективності модернізації

Оцінка ефективності вдосконалення розраховується по формулі:

$$E = (B_{n_6} + E_n \cdot K_6) \cdot \frac{Q_n}{Q_6} - (B_{n_n} + E_n \cdot K_n),$$

де B_{n_6}, B_{n_n} – поточні витрати по базовому та новому обладнанню відповідно;

Q_6 - річна продуктивність базової установки;

Q_n - річна продуктивність модернізованої установки;

$E_n = 0,15$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ,

K_6, K_n - капітальні витрати по базовому та новому обладнанню відповідно.

Підставляючи числові дані до формули, отримуємо:

9753,6-економічний ефект.

Порівняльні характеристики базової і вдосконаленої установки зводимо до таблиці 7.9.

Таблиця 7.9. Характеристики базової і вдосконаленої установки

Показники	Одиниця	Базова машина	Вдосконалена машина
Річна продуктивність	пл/рік	18308400	18724500
Годинна продуктивність	бут/год	1770	1800
Розрахункова ціна	грн	49500	31694,7

Капітальні витрати	грн	134400	84507,5
Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	1	1
Сукупний економічний ефект у виробника та споживача	грн./рік	-	9753,6

Висновок:

Таким чином, проведений економічний розрахунок доводить, економічну доцільність проведення модернізації дозувального пристрою машини розливу.

Економічну частину дипломного проекту закінчуємо системними підсумками і порівнянням техніко-економічних показників проекрованої та базової машин. Розрахунки зводимо в таблицю 7.9

8 АВТОМАТИЗАЦІЯ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ МОТОРНОЇ ОЛІЇ

Мета автоматизації — підвищення продуктивності праці, поліпшення якості продукції, оптимізація управління, усунення людини від виробництв, зокрема небезпечних для здоров'я.

8.1 Опис технологічної лінії

Лінія для розливу моторних мастил призначена для фасування (розливу) моторних мастил та побутової хімії в ПЕТ пляшки від 1 до 5 л їх закупорювання та упаковку, шляхом термоусаджування в поліетиленову плівку.

8.2 Апарати технологічної лінії

1. Конвеєр;
2. Автомат для розливу;
3. Закупорювальний автомат;
4. Стіл для групування;
5. Пакувальний агрегат.

8.3 Операції технологічної лінії

- 1 – Подача конвеєром пляшки;
- 2 – розлив рідини;
- 3 – закупорювання пляшок;
- 4 – групування пляшок;
- 5 – упаковання в термоусаджувальну плівку.

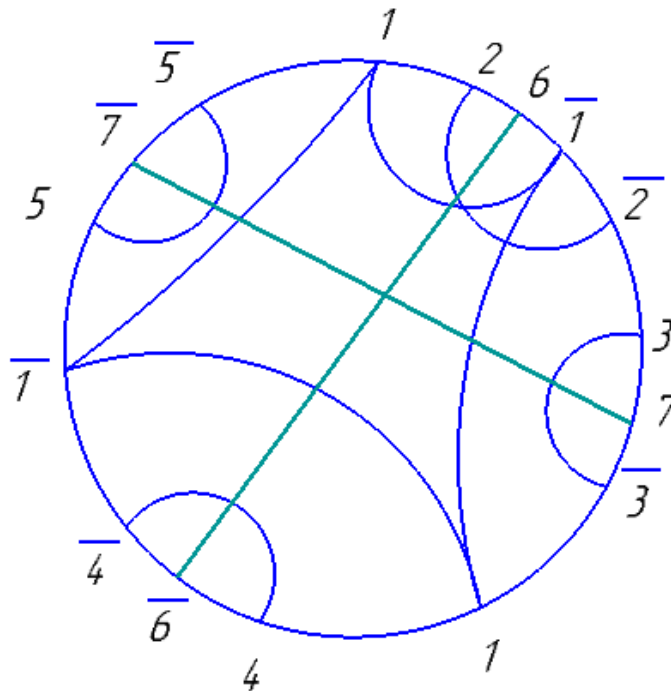
Система 2 класу складності

Система 2 та 3-го класу складності відрізняється тим, що один привід може спрацьовувати два або більше раз.

Робочий цикл

$1 - 2 - \overline{1} - \overline{2} - 3 - \overline{3} - 1 - 4 - \overline{4} - \overline{1} - 5 - \overline{5}$

Граф



Керуючі команди для заданого циклу 2 класу:

$$Y1 \leq XN5 \times XN7 \times XN6 + XN3 \times X7 \times X6$$

$$YN1 \leq X6 \times XN7 + XN4 \times XN6 \times X7$$

$$Y2 \leq X1 \times XN7 + X2 \times XN1 \times X6$$

$$Y3 \leq XN2 \times X6 \times XN7$$

$$Y4 \leq X1 \times X6 \times X7$$

$$YN4 \leq XN6$$

$$Y5 \leq XN1 \times X7 \times XN6$$

$$YN5 \leq XN7$$

Y6 <= X2

YN6 <= X4

Y7 <= X3

YN7 <= X5

Функціональний модуль 1(ФМ1)

Призначений для транспортування пляшок конвеєром. В якості виконавчого пристрою виступає пневматичний мотор, нереверсивний.

Технічні характеристики мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура - $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

кількість - 1 шт.;

Позначення на схемі – 7.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – розподільник 4 лінійний, 2 позиційний, бістабільний, з двостороннім електромагнітним керуванням.

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 7.1

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) використовуємо безконтактні ємнісні датчики.

Кількість – 2 шт.

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти реле по часу по включенню:

кількість – 2 шт.;

Позначення на схемі – 7.2

Функціональний модуль 2(ФМ2)

Призначений для розливу рідини в пляшки, в якості виконавчого пристрою виступає поршневий, пневматичний циліндр двохсторонньої дії, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар(1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура -5*С - +70*С.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 25мм.

Кількість – 1шт.

Позначення на схемі – 2.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – розподільник 4 лінійний, 2 позиційний, моностабільний, з одностороннім електромагнітним керуванням, та пружинним поверненням.

Кількість – 1шт.

Позначення на схемі – 2.1

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) використовуємо безконтактні ємнісні датчики.

Кількість – 2 шт.

Функціональний модуль 3(ФМ3)

Призначений для закупорювання пляшок. В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двохсторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар(1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура -5*С - +70*С.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 25мм.

Кількість – 1шт.

Позначення на схемі – 3.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – розподільник 4 лінійний, 2 позиційний, бістабільний, з двостороннім електромагнітним керуванням.

Кількість – 1шт.

Позначення на схемі – 3.1

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) використовуємо безконтактні ємнісні датчики.

Кількість – 1 шт.

Також на цей функціональний модуль встановлюємо реле по тиску, яке контролює тиск, під час закупорюванні пляшок.

Позначення на схемі – 3.2

Також на цей функціональний додатково встановлюємо регульований дросель зі зворотнім клапаном, для регулювання швидкості проходження повітря або газу.

Позначення на схемі – 3.3

Функціональний модуль 4(ФМ4)

Призначений для групування і подачі пляшок. В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двохсторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар(1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура -5*С - +70*С.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 25мм.

Кількість – 1шт.

Позначення на схемі – 4.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – розподільник 4 лінійний, 2 позиційний, бістабільний, з двостороннім електромагнітним керуванням.

Кількість – 1шт.

Позначення на схемі – 4.1

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) використовуємо безконтактні ємнісні датчики.

Кількість – 2 шт.

Позначення на схемі – 4.2

Функціональний модуль 5(ФМ5)

Призначений для пакування пляшок в термоусаджувальну плівку. В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двохсторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар(1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура -5*С - +70*С.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 25мм. Кількість – 1шт.

Позначення на схемі – 5.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – розподільник 4 лінійний, 2 позиційний, бістабільний, з двостороннім електромагнітним керуванням.

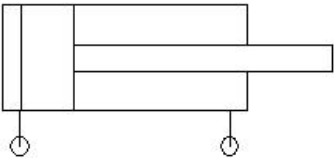
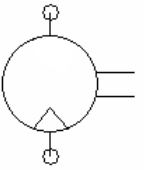
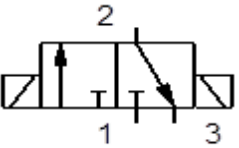
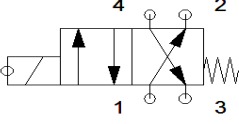
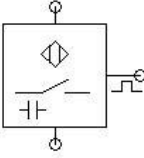
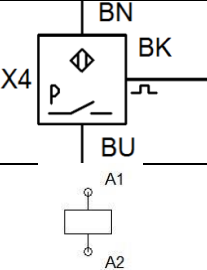
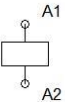
Кількість – 1шт.

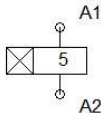
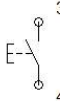
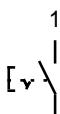

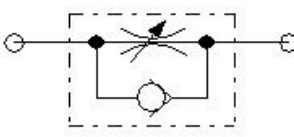
Позначення на схемі – 5.1

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) використовуємо безконтактні ємнісні датчики.

Кількість – 2 шт.

6,7 – Елементи пам'яті. Використовуємо їх, для того щоб ліквідувати логічну невизначеність.

№	Назва	Схема позначення	Фірма виробник	Маркування	Кількість
1	Пневмоциліндр двосторонньої дії		“Pneumax”	1305.40.50.01 (ISO)	4
2	Пневматичний мотор непереверсивний		ЗАО “Инструмент-Рэнд”	MRV005CL	1
3	Розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з одностороннім електричним керуванням		“Festo”	315.11.00	3
4	Розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім електричним керуванням та пружинним поверненням		“Festo”	305.M9	2
5	Ємнісний безконтактний датчик		"ТК ЭНЕРГО"	ВБЕ	9
6	Ємність датчика по тиску		“Festo”	ВБЕ	1
7	Реле		Rockwell Automation	E300	17

8	Реле часу по включенню		Schneider Electric	Zelio Time	2
9	Не фіксована кнопка		Wenzhou Xider Electric Co.	XB2-BS542	1
10	Фіксована кнопка		Wenzhou Xider Electric Co.	XB2-BS542	10
11	Реле тиску		“Festo“	PE- 1/8-2N	1
12	Регульований дросель і клапан		“Festo“	GRP-PK-3	1

9 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Згідно з Законодавством України про охорону праці на всіх підприємствах повинні створюватися здорові та безпечні умови праці для обслуговуючого персоналу. Для зниження травматизму на виробництві, весь обслуговуючий персонал лінії повинен бути ознайомлений і дотримуватись правил безпеки на виробництві.

Темою дипломного проекту є: «Лінія фасування моторної олії з модернізацією укупорювального пристрою».

Безпечні умови праці були розроблені для оператора, який обслуговує лінію.

9.1 Виявлення шкідливих і небезпечних факторів

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при роботі і обслуговуванні лінії для оператора є :

- вплив деталей, що рухаються і обертаються, механізмів і
- матеріалів;
- виробничий шум і вібрація
- повітря робочої зони;
- виробниче освітлення
- поразка електричним струмом;
- пожежна безпека

9.2 Вплив деталей машин, що рухаються та обертаються

Небезпечними в даному випадку є обертові частини двигунів і конвеєрів, що знаходяться на лінії. Для запобігання нещасних випадків обертові частини закриті захисними сталевими кожухами. З метою захисту персоналу конвеєри та їхні привідні механізми огорожені захисною сіткою, яка має розміри отворів 10 мм. Ця сітка закріплена горизонтально на рухомих шарнірах і спирається кожною стороною на бокові опори конвеєрів. В разі необхідності захисну сітку можна відкинути вертикально вбік.

9.3 Захист персоналу від шуму

Джерелом шуму при роботі лінії є:

- транспортери;
- електродвигуни;
- живильники
- приводи робочих органів;88-89 дБА

Тому потрібно прийняти наступні міри до послаблення шуму:

- змащування всіх поверхонь, що труться ($\Delta L=8$ дБА);
- використання захисних засобів ($\Delta L=6-7$ дБА).

ДСН 3.3.6.037-99

Рівень звуку на робочому місці не перевищує $L=75$ дБА персонал, який працює безпосередньо в цеху, забезпечуємо протишумовими навушниками ПШН-Б ГОСТ 12.4.051.87, що знижують рівень шуму до 22...28 дБА, і проти шумними вкладишами „Беруши СТ-1” ТУУ 25513947.002-99, що знижують рівень шуму до 16...20 дБА.

9.4 Повітря робочої зони

Робота оператора, що обслуговує лінію, відноситься до категорії середньої важкості, через те що машини лінії розташовані в умовах шуму. Робота проводиться в 3 зміни, цілодобово, у будь-який час року. Енерговитрати за таких умов праці складають 173 Дж/с. У зв'язку з цим передбачено можливість відпочинку персоналу в закритому приміщенні.

Фактичні параметри відносної вологості, температури і швидкості руху повітря в робочій зоні для даної категорії робіт наведено у таблиці 7.1.

Таблиця 6.1- Параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні.

	Категорія робіт – 1б
--	----------------------

Сезон року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Фактично	Фактично	Фактично
холодний	19–20	40–65	0,2
теплый	20–25	40–70	0,2

Забезпечення параметрів здійснюється в зимовий час за допомогою водяного опалення з температурою теплоносія 70–90 °С, а в теплий час року – приточно-втяжною вентиляцією, що відповідають ГОСТ 12.1.005–88 і ДСН 3.3.6.042–99.

Виділення продуктів випаровування трансформаторного мастила і пилу з машин неможливо через те, що пильники герметичні.

9.5 Промислове освітлення

У приміщенні де встановлена лінія використовується змішане освітлення при якому у світлий час доби недостатність природного освітлення доповнюється штучним.

Нормативне значення освітлення – 150 лк. Штучним джерелом освітлення промислового приміщення є дугові ртутні лампи ДРЛ-400 потужністю 400Вт у кількості 8 шт. і забезпечують світовий потік 152000 лм. Фактичне значення штучного освітлення $E_f=240\text{лк}$, що відповідає нормам $E_f>E_n$. Для місцевого освітлення використовується вакуумна лампа накаливання НВ, що дає освітлення $E=200\text{лк}$ і відповідає до ДБН В 2.5-28-2006.

9.6 Електробезпека

Клас приміщення, в якому розміщена лінія – II. (з підвищеною небезпекою),що відповідають ПУЕ

В приміщенні , в якому розміщена лінія, використовуємо струм

$U = 220/380\text{ В}$, частота $f = 50\text{ Гц}$ з ізольованою нейтраллю.

Причини враження обслуговуючого персоналу можуть бути такими:

– помилкове включення установки;

- пробій на корпус;
- випадки дотику людей до відкритих струмопровідних частин електроустаткування;
- старіння ізоляції і втрата нею ізоляційних властивостей;
- дотик до частин установки, що можуть опинитися під напругою у випадку короткого замикання.

Небезпека враження для людини визначається опором ізоляції. Зі збільшенням цих опорів небезпека зменшується.

Безпека експлуатації обладнання забезпечується рядом організаційних і технічних заходів захисту: використання малих напруг, контролем і профілактикою пошкодження ізоляції, подвійною ізоляцією, забезпеченням недоступності до струмоведучих частин, застосуванням засобів індивідуального захисту і т. ін.

З метою запобігання травм приймаються такі заходи безпеки:

- рубильники вмикання лінії знаходяться у спеціальній шафі;
- передбачається спеціальне захисне вимикання електродвигунів у випадку враження людини струмом
- дроти проводяться в захисних металевих рукавах;
- на панель керування виводяться сигнальні лампи індикації вмикання електроустаткування;

Електрична міцність ізоляції перевіряється на випробувальну напругу 200 В частотою 50 Гц протягом 1 хвилини.

Опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм.

Електрична апаратура, яка встановлена всередині приміщень, має ступінь захисту IP-54 ГОСТ 14254-80.

Ізоляція провідників вимірюється мегаомметром 11044 ТУ 25-04-798-18.

Напруга вимірюється вольтметром 351512 ТУ 25-04-1970-80.

Ступінь захисту електричної апаратури всередині приміщень контролюється за ГОСТ 14254-80.

При застосуванні ручного переносного електроустаткування застосовується напруга живлення 42 В від окремого трансформатора.

На лінії живлення устаткування передбачено захисні теплові вимикачі.

Інструмент має неструмопровідний корпус і ізольовані ручки. При роботі використовуються гумові рукавички, боти, індикатори напруги, що розташовують поблизу щита.

В аварійному режимі:

– вузли установок, що можуть виявитися під напругою, мають зажими для приєднання заземлення;

Біля затисків заземлення нанесені незмивні червоні знаки “Земля” за ГОСТ 21.1.030–75.

9.7 Пожежна безпека

1. Можливе загорання:

- електропроводка
- блок керування

Можливими причинами пожежі можуть бути: порушення технологічного режиму, куріння в невстановлених місцях, несправність електрообладнання і електропроводки, розряди статичної електрики.

Відповідно з ОНТП 24 - 86 приміщення для даної лінії відносять до категорії В – пожежонебезпечні, так як вони містять горючі речовини. У відповідності з СН и П 2.01.02 – 85 клас зони П -Па (ПУЕ), будівля відноситься до 1-го ступеню вогнетривкості. Кількість поверхів не обмежується. Площа поверхів в межах пожежних відсіків не обмежується. Ширина евакуиходів – 0,9 м.

В цілях протипожежної безпеки в цеху систематично видаляється пил з поверхонь, змащувальні матеріали зберігаються в металевих ящиках у відведених місцях. Засобом захисту від статичної електрики являється заземлення

При виникненні пожежі необхідно, не зволікаючи, вимкнути вентиляцію (як приточну, так і витяжну), зупинити і вимкнути лінію. Також при первинній пожежній небезпеці здійснюються первинні заходи пожежо-гасіння. Первинні засоби пожежогасіння призначені для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони.

До первинних засобів пожежогасіння відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, пожежні відра, ящики з піском, совкові лопати,) та пожежний інструмент (гаки, ломи тощо).

Вогнегасники та пожежний інвентар мають червоне пофарбування, а бочки з водою та ящики з піском ще й відповідні написи білою фарбою. Пожежний інструмент фарбується у чорний колір.

Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння встановлюються у виробничому приміщенні. Такі бочки укомплектовані пожежним відром місткістю не менше 8 л.

Ящики для піску мають місткість 0,5, 1,0 або 3,0 м³ та укомплектовані совковою лопатою.

В приміщенні повинно бути 2 аварійних виходи , перший на початку цеху, другий в кінці.

Ширина кожного аварійного виходу не повинна бути меншою 2 м, згідно СНиП 2.09.02-85

10 МОДЕРНІЗАЦІЯ УКУПОРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СПОЖИВЧОЇ ТАРИ

10.1 Розробка 3D моделей базової і модернізованої конструкцій укупорювального пристрою споживчої тари

З метою визначення працездатності модернізованого пристрою укупорювання (засобу закупорювання – ковпачка) споживчої тари та його переваг порівняно з базовою конструкцією розроблено відповідні 3D моделі вказаних пристроїв з використанням CAD-системи Solidworks [16] (рисунок 10.1).

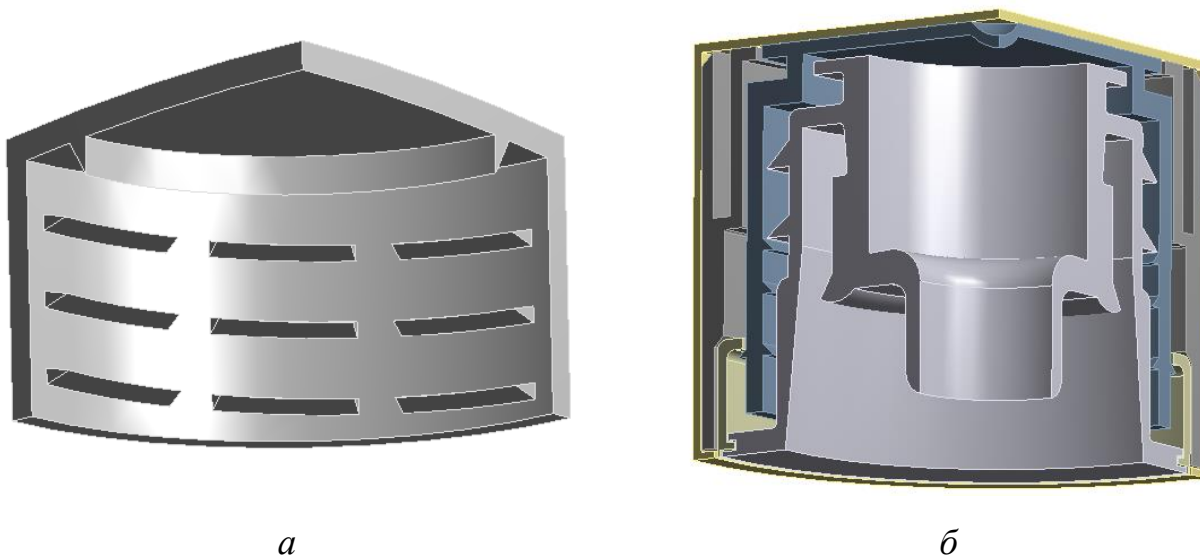


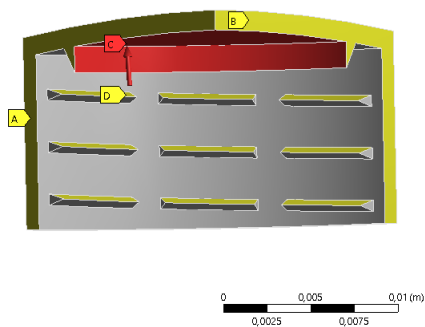
Рисунок 10.1 – 3D моделі вузла укупорювання пляшки базової (а) та модернізованої (б) конструкцій (показано 1/4 конструкцій)

10.2 Розрахунки на міцність базової і модернізованої конструкцій укупорювального пристрою споживчої тари. Визначення запасу міцності

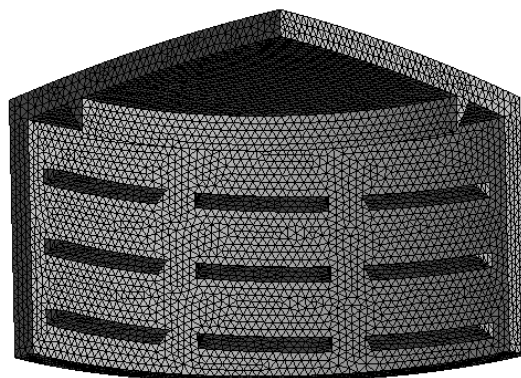
Для виконання розрахунків на міцність базової та модернізованої конструкцій укупорювального пристрою виконано розробку відповідних числових моделей напружено-деформованого стану (НДС) [17–19] вказаних вузлів у середовищі програмних продуктів ANSYS (Workbench, Designer Modeler) [20]. Схеми навантаження

та дискретизація числових моделі укупорювального пристрою базової та модернізованої конструкцій показано на рисунках 10.2, 10.3, відповідно.

A: Static Structural
Static Structural
Time: 1, s
10.12.2019 10:31
A Displacement
B Displacement 2
C Pressure: 6, e+005 Pa
D Displacement 3



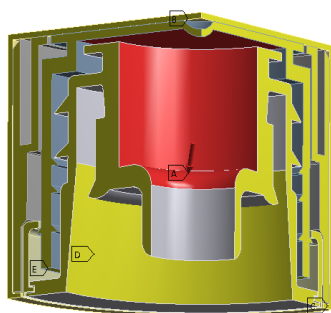
a



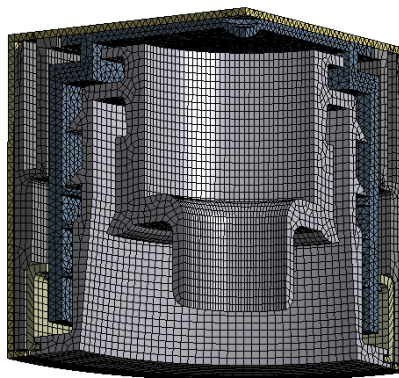
б

Рисунок 10.2 – Схема навантаження (*a*) і дискретизація числової моделі вузла укупорювання пляшки базової конструкції (показано 1/4 конструкції)

B: Static Structural ---Mod
Static Structural
Time: 1, s
10.12.2019 12:42
A Pressure: 6, e+005 Pa
B Displacement
C Displacement 2
D Displacement 3
E Displacement 4



a



б

Рисунок 10.3 – Схема навантаження (*a*) і дискретизація числової моделі вузла укупорювання пляшки модернізованої конструкції (показано 1/4 конструкції)

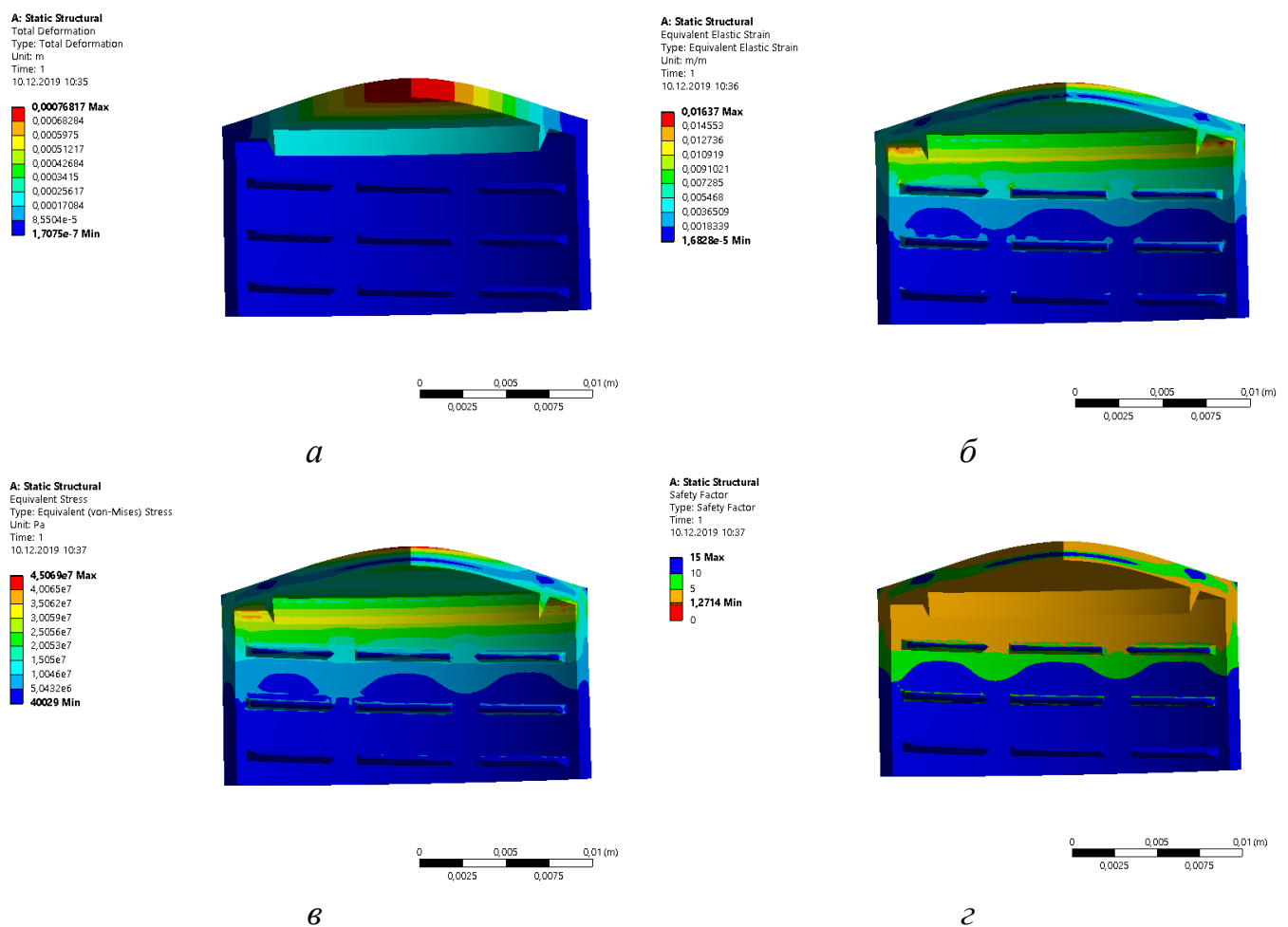
Конструкційними матеріалами закупорювального засобу базової конструкції є поліетилен ПЕТ, а модернізованої – ПЕТ і сплав алюмінію. Механічні властивості вказаних конструкційних матеріалів наведено в таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 – Фізичні властивості конструкційних матеріалів закупорювальних засобів

Матеріал/властивість	E , ГПа	ν	ρ , кг/м ³	σ_T , МПа
Поліетилен ПЕТ	26,9	0,37	1420	57,3
Алюмінієвий сплав	69	0,33	2705	75

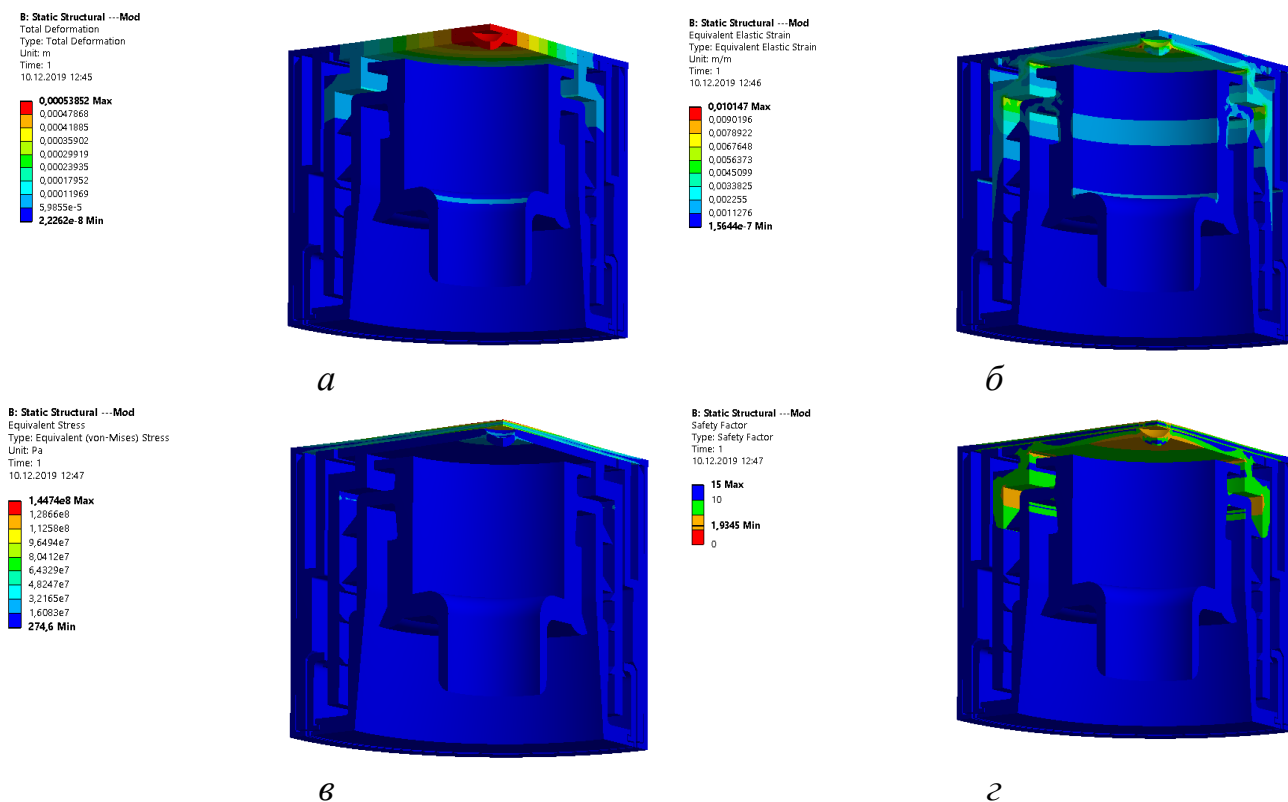
Примітка: E – модуль пружності під час одновісного розтягу/стискання; ν – коефіцієнт Пуассона; ρ – густина; σ_T – границя плинності (міцності).

Результати розрахунків НДС вузла укупорювання споживчої тари базової і модернізованої конструкцій наведено на рисунках 10.4 і 10.5, відповідно. Розрахунки проводились на випробування ємностей під надлишковим тиском 6 бар.



a – поле результуючих переміщень; *б* – поле еквівалентних деформацій за Мізесом; *в* – поле еквівалентних напружень за Мізесом; *з* – поле запасу міцності

Рисунок 10.4 – Результати розрахунків НДС вузла укупорювання пляшки базової конструкції (показано 1/4 конструкції)



a – поле результуючих переміщень; *б* – поле еквівалентних деформацій за Мізесом; *в* – поле еквівалентних напружень за Мізесом; *г* – поле запасу міцності

Рисунок 10.5 – Результати розрахунків НДС вузла укупорювання пляшки модернізованої конструкції (показано 1/4 конструкції)

Результати розрахунків НДС засобів закупорювання споживчої тари свідчать про те, що укупорювальний пристрій модернізованої конструкції має запас міцності понад 1,9, що більше за одиницю. При цьому запас міцності ковпачка базової конструкції дещо менший і становить 1,27. На підставі отриманих результатів можна зробити висновок про те, що модернізований засобів закупорювання споживчої тари відповідає вимогам міцності і тому може бути використаний у пакувальній індустрії.

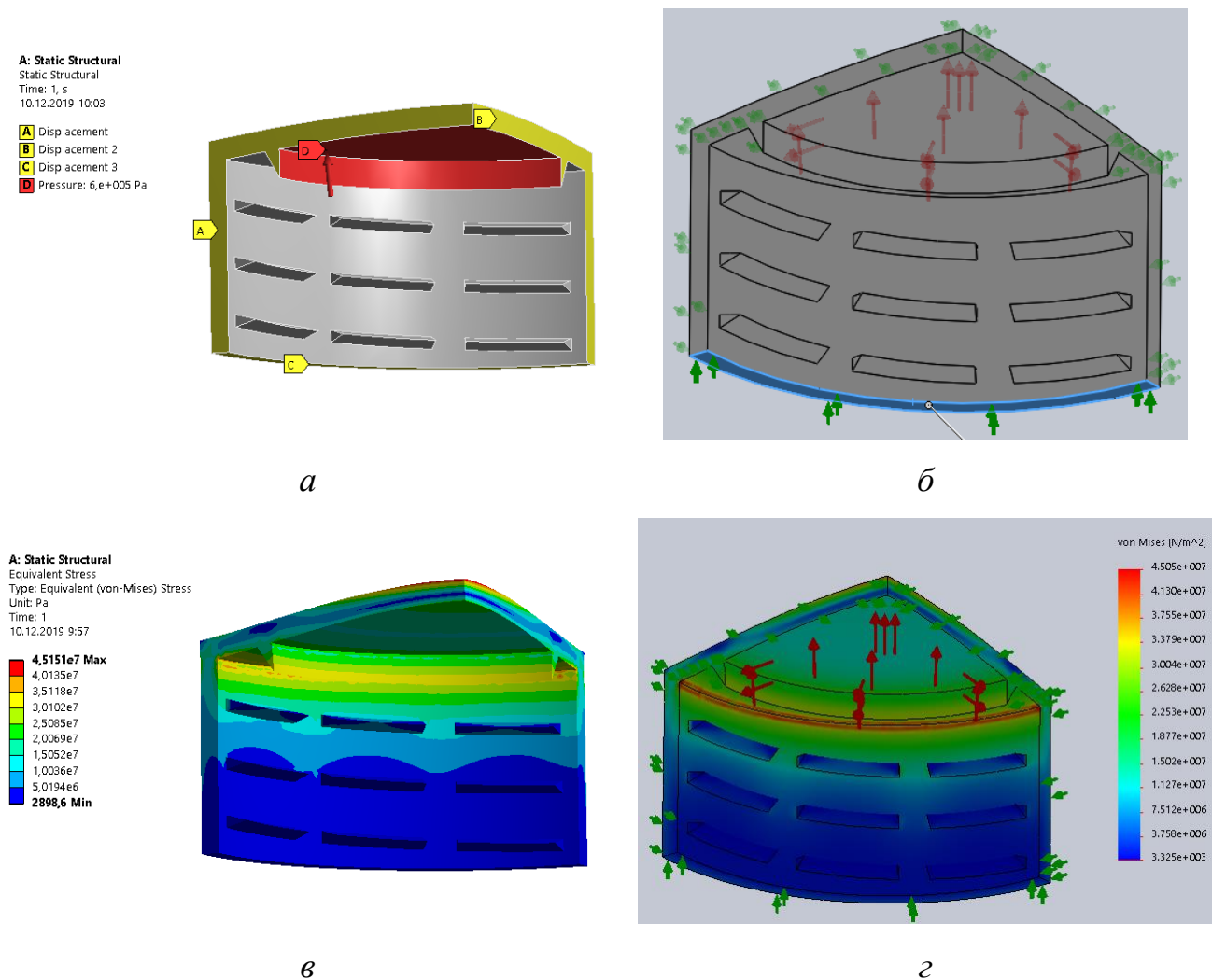
10.3 Підтвердження працездатності модернізованого пристрою для укупорювання споживчої тари

Головним результатом числового моделювання НДС засобів закупорювання споживчої тари, що підтверджує працездатність модернізованого вузла укупорювання пляшки є запас міцності конструкції, значення якого для ковпачка становить понад 1,9.

Отримані значення запасу міцності модернізованого засобу закупорювання споживчої тари свідчать про його придатність до надійної експлуатації.

10.4 Аналіз достовірності отриманих результатів

Для виконання аналізу достовірності отриманих результатів числового моделювання було вирішено порівняти результати розрахунків НДС засобу закупорювання споживчої тари базової конструкції, що отримані за допомогою різного програмного забезпечення (ANSYS Wrocbench і Solidworks Simulation), але за однакових умов (геометричних, фізичних та зовнішніх навантажень) (рисунок 10.6).



a, в – розрахунки в ANSYS Wrocbench; *б, г* – розрахунки в Solidworks Simulation; *a, б* – схеми навантаження; *в, г* – поля еквівалентних напружень за Мізесом

Рисунок 10.6 – Результати порівняння розрахунків НДС вузла укупорювання пляшки модернізованої конструкції, виконаних з використанням програмних продуктів ANSYS Wrocbench (*a, в*) Solidworks Simulation (*б, г*) (1/4 конструкції)

Розбіжність між результатами розрахунків за максимальними значеннями еквівалентних напружень за Мізесом, отриманими за програмними продуктами ANSYS Workbench і Solidworks Simulation, становлять біля 0,2 %. Тобто можна вважати, що достовірність отриманих даних числового моделювання НДС вузла укупорювального пристрою споживчої тари базової і модернізованої конструкцій підтверджена.

ВИСНОВКИ

Головним результатом магістерської дисертації є розробка проекту лінії фасування моторної олії та модернізація вузла укупорювального пристрою та дослідження напружено-деформованого стану фасувально-пакувального обладнання з метою підтвердження його експлуатаційної придатності.

За результатами магістерської дисертації можна впливають такі висновки.

1) Розглянуто призначення й галузь застосування лінії фасування моторної олії, обрана й обґрунтована її конструкція та наведена технічна характеристика.

2) Виконано розрахунки лінії фасування моторної олії базової конструкції, що включають параметричні, кінематичні й розрахунки на міцність, за результатами яких встановлено, що лінія є працездатною.

3) На підставі патентно-літературного пошуку здійснено вибір та обґрунтування модернізації вузла укупорювального пристрою споживчої тари за патентом UA 75598, що забезпечує підвищення захисту споживчої тари від несанкціонованого доступу та підробки фасованої продукції.

4) Розроблено 5 креслень та специфікації до них: технологічна схема лінії фасування моторної олії; загальний вид – укупорювальний автомат; складальне креслення – модернізація укупорювального пристрою за патентом UA 75598; складальне креслення – модернізація укупорювального пристрою за патентом UA 83795; складальне креслення – транспортер пластинчастий.

5) Розроблено розділи з монтажу й експлуатації лінії з розливу моторної олії, стартап проекту та охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час роботи на лінії з розливу моторної олії.

6) Розроблено твердотільні та числові моделі НДС пристрою укупорювання (засобу закупорювання – ковпачка) споживчої тари базової та модернізованої конструкцій з використанням CAD-системи Solidworks.

7) З використанням розроблених числових моделей вузла укупорювального пристрою споживчої тари проведено дослідження НДС устаткування з метою підтвердження працездатності обраної модернізації.

8) Головним результатом числового моделювання НДС засобів закупорювання споживчої тари, що підтверджує працездатність модернізованого вузла укупорювання

пляшки є запас міцності конструкції, значення якого для ковпачка становить понад 1,9. Отримані значення запасу міцності модернізованого засобу закупорювання споживчої тари свідчать про його придатність до надійної експлуатації.

9) Виконано аналіз достовірності отриманих результатів, на підставі якого встановлено, що розбіжність між результатами розрахунків за максимальними значеннями еквівалентних напружень за Мізесом, отриманими за програмними продуктами ANSYS Workbench і Solidworks Simulation, становлять біля 0,2 %. Тому можна вважати, що достовірність отриманих даних числового моделювання НДС вузла закупорювального пристрою споживчої тари базової і модернізованої конструкцій підтверджена.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волочко А.І. Пакувальне обладнання в 3 кн. – 1кн. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. – Київ: ІАЦ «Упаковка», 2008.
2. Мусійчук В.М., Гавва О.М.. Обладнання для дозування в'язких продуктів // «Упаковка». – 2002. - №2.
3. Добрынин А. ПЭТ-гранулят, производство ПЭТ-преформ //Пивное дело. -2001, -№2. –С.16-29.
4. Зайчик Ц.Р., Трунов В.А. Упаковывание тихих напитков в бутылки. – М.: ДеЛи, 2000. -206 с.
5. Петляков Г., Редько А. Техника и технология производства ПЭТ-тары и розлива жидкостей //Индустрия упаковки.-2000, №2.-С.22-25.
6. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. – М.: «Машиностроение», 1983. – 490 с.
7. А.Э. Розенплентер, Т.В. Панишева Методические указания к экономической части дипломного проекта для студентов химико-машиностроительных специальностей. – Киев: КПИ, 2001.
8. Патент РФ № 2103222, Пристрій для вакуумної укупорки кришкою тари типу ПЕТ, МПК В 67 В 3/24, 1996.
9. Патент РФ № 2405724, Спосіб укупорки пляшки на автоматичній лінії кришкою, МПК В 65 D 47/00, 2010.
10. А. с. СРСР № 455066, Пристрій для укупорки пляшок, МПК В67В 3 / 00, 1972.
11. А. с. СРСР № 444728, Укупорювальний пристрій, МПК В67В 3 / 00, 1971.
12. Заявка РФ № 95101783, Закупорювальний пристрій, МПК В 67 В 3/00, 1995.
13. Заявка РФ № 93011361, Пристрій для розливу рідин по рівню, МПК В 01 В11/00, 1994.

14. Основные элементы SolidWorks / Dassault Systems SolidWorks Corporation, a Dassault Systems S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA, 1995–2009. 534 p.

15. Механіка суцільних середовищ – 1. Механіка суцільних середовищ в інженерних розрахунках [Електронний ресурс]: Текст лекцій для студентів спеціальності «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів» / Уклад.: О. С. Сахаров, А. Я. Карвацький – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 233 с.

16. Механіка суцільних середовищ. Теоретичні основи навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів» / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 290 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23917>.

17. Інжиніринг пакувального обладнання. Конспект лекцій з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування» / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 142 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23915>.

18. ANSYS Engineering Simulation & 3D Design Software ANSYS [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ansys.com/> (last access: 09.09.2019).

ДОДАТОК 1 ТАБЛИЦЯ РОЗГЛЯНУТИХ ПАТЕНТІВ

Таблиця. ПЕРЕЛІК РОЗГЛЯНУТИХ ПАТЕНТІВ

№ документа	Найменування винаходу	Опис суті винаходу
RU 2103222, МПК В 67 В 3/24, 1996	Пристрій для вакуумної укупорки кришкою тари типу ПЕТ	Пристрій оснащений великою кількістю колоподібне корпус, внутрішня порожнина якого охоплює горловину пляшки вакуум-камеру, з'єднану з корпусом, співвісну з ним, повітряним каналом корпусу насоса, виконаного у вигляді циліндра з розташованим в ньому порожнистим штоком, а внутрішній кінець - поршнем, дренажний клапан, встановлений у повітряному каналі, що з'єднує вакуум-камеру з насосом, і випускний клапан, встановлений в насосі
RU 2405724, МПК В 65 D 47/00, 2010	Спосіб укупорки пляшки на автоматичній лінії кришкою	Кришка подається по похилій поверхні орієнтатора в напрямку горлишки пляшки з розташуванням в напрямку руху по конвеєру пляшки. Потім здійснюють притискання кришки в напрямку горлишки пляшки для осаджування корпусу кришки. Мета винаходу створення нового способу надійного і сто відсоткового закупорювання пляшок, який полягає у спрощенні способу укупорювання при забезпеченні великого відсотка виходу кондиційно укупореного виробу
а.с. СССР №455066, МПК В67В 3 /00, 1972	Пристрій для укупорки пляшок	Винахід для закупорювання пляшок складається з обойми та деформуючого елемента у вигляді гнучкого кільця, що має можливість транспортування вздовж стінки обойми шляхом кочення - обертання навколо кільця осі. В обойму поміщенна захисна прокладка. У нижній частині обойми знаходиться упор 6, на вході в обойми використовуються скоси.
Заявка RU 95101783, МПК В 67 В 3/00, 1995	Пристрій для закупорювання пляшок	Тиск від накопичення і ємності промивання створюється від пневмосистеми з клапоном керування і редуктором. Верхня камера циліндра дозування містить рухомий керований поршень з ексцентричними каналами, а з'єднанні робочі поверхні поршнів виконані конусними.
Заявка UA 75598, МПК В 01 В11/00, 2012	Закупорювальний пристрій	Містить внутрішню кришку, з'єднану з зливною втулкою, виконаною із засобами фіксації на пляшці, основу, зафіксовану в зливний втулці, зовнішню кришку, з'єднану з внутрішньою кришкою, що покриває кожух, який відрізняється тим, що датково містить індикаторний елемент, зафіксований на зливній втулці. Закупорювальний пристрій за, який відрізняється тим, що внутрішня кришка оснащена, як мінімум, одним зовнішнім буртиком. Закупорювальний пристрій за, який відрізняється тим, що на внутрішній поверхні кільцевого виступу індикаторного елемента виконаний фіксуючий буртик з можливістю з'єднання з зливною втулкою.

патент RU 2081815, МПК В 67 С3/02, 1997	Пристрій для розливу рідин по рівню	Винахід відноситься до області фасувально- закупорювальної промисловості, а саме до пристроїв для наповнення пляшок рідинами за рівнем.
---	---	--

ДОДАТОК Б. КРЕСЛЕННЯ І ПЛАКАТИ

ДОДАТОК В. СПЕЦИФІКАЦІЇ

Форма	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіль-	к-сть	Примітка
				Документація			
A1			ЛУ81мп.089163.004-90СК	Складальне креслення			
				Збірні одиниці			
	1			Хвостовик	1		
	2			Корпус	1		
				Деталі			
	3			Втулка	2		
	4			Поршень	1		
	5			Пружина	1		
	6			Втулка	1		
	7			Шток	1		
	8			Стакан	1		
	9			Гайка	1		
	10			Втулка	1		
	11			Палець	1		
	12			Обечайка	1		
	13			Втулка	1		
	14			Пружина	1		
	15			Гайка	1		
	16			Хвостовик	1		
	17			Корпус	1		
	18			Ротор	1		
	19			Кільце	1		
	20			Втулка	1		
	21			Кільце різьбове	1		
				ЛУ81мп.089163.004-90СП			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Карташов				Пристрій закупорювальний		
Перев.							
Керівник	Карвацький						
Н.Конт.							
Затв.	Гондлях				КПІ ім.Ігоря Сікорського		
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						1	1

[illegible]

Форма	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіль-	Примітка
				Документація		
A1			ЛУ81мп.089163.001-90СК	Складальне креслення		
				Збірні одиниці		
	1		ЛУ81мп.089162.001.01-90СК	Бункер	1	
	2		ЛУ81мп.089162.003.02-90СК	Електроривід механізму	1	
				орієнтування		
	3		ЛУ81мп.089162.001.03-90СК	Канал орієнтатора	1	
	4		ЛУ81мп.089162.001.04-90СК	Тримач ковпачка	1	
	5		ЛУ81мп.089162.001.05-90СК	Закупорювальний пристрій	1	
	6		ЛУ81мп.089162.001.06-90СК	Карусель	1	
	7		ЛУ81мп.089162.001.07-90СК	Стіл	1	
	8		ЛУ81мп.089162.001.08-90СК	Електропривід	1	
					</	

ДОДАТОК В. КОПІЇ ПАТЕНТІВ І ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ